



**Celso Manuel Cristóvão Mandume**

Mestre em Gestão de Controlo de Qualidade

## **Avaliação Nutricional e Toxicológica do Pescado mais consumido na Província do Namibe - Angola**

Dissertação para obtenção do Grau de Doutor  
em Ciências dos Alimentos

Orientadora: Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora  
Auxiliar, FCT/UNL

Co-orientadora: Doutora Maria Leonor Martins Braz de Almeida Nunes,  
Investigadora Principal, CIIMAR, Universidade do Porto

Co-orientadora: Doutora Narcisa Maria Mestre Bandarra, Investigadora Auxiliar,  
IPMA I.P.

Júri:

Presidente: Doutor António da Nóbrega de Sousa da Câmara, Professor Catedrático, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Arguentes: Doutor Paulo Renato Costa Figueiredo, Professor Auxiliar, Atlântica – Instituto  
Universitário

Doutor António Manuel Barros Marques, Investigador Principal, Instituto Português do Mar e  
Atmosfera – IPMA, I.P.

Vogais: Doutora Amparo Celeste Gonçalves, Investigadora Auxiliar, Instituto Português do Mar e  
Atmosfera – IPMA, I.P.

Doutora Helena Isabel Costa de Oliveira, Investigadora, CIIMAR - Centro Interdisciplinar  
de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Porto

Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando, Professora Associada, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora Auxiliar, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa



**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

**Dezembro 2020**





**Celso Manuel Cristóvão Mandume**  
Mestre em Gestão de Controlo de Qualidade

**Avaliação nutricional e toxicológica do  
pescado  
mais consumido na província do Namibe -  
Angola**

Dissertação para obtenção do Grau de Doutor  
em Ciências dos Alimentos

Orientadora: Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte,  
Professora Auxiliar, FCT/UNL  
Co-orientadora: Doutora Maria Leonor Martins Braz de Almeida Nunes,  
Investigadora Principal, CIIMAR, Universidade do Porto  
Co-orientadora: Doutora Narcisa Maria Mestre Bandarra, Investigadora  
Auxiliar, IPMA I.P.



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Dezembro 2020**



**“Avaliação Nutricional e Toxicológica do Pescado mais Consumido na Província do Namibe - Angola” Copyright © Celso Manuel Cristóvão Mandume, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.**

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*À minha querida família*





## ***Agradecimentos***

Neste trabalho exprimo os meus profundos agradecimentos

A Deus todo-poderoso pela força, coragem, protecção e por colocar pessoas maravilhosas sempre no meu caminho.

À Doutora Maria Paula Duarte pela orientação científica deste trabalho, apoio incondicional, paciência e conselhos.

À Doutora Maria Leonor Nunes pela sua disposição desde o começo, pelo apoio incondicional em todas as fases deste trabalho e orientação.

À Doutora Narcisa Bandarra, pelo seu apoio nas metodologias e outras técnicas laboratoriais.

Às Doutoradas Joana Raimundo, Susana Gonçalves, Helena Lourenço, Isabel Castanheira, Carla Motta, Inês Delgado, Marta Ventura e Andreia Rego, pelo acompanhamento na recolha de dados analíticos.

Ao Doutor Carlos Cardoso pelo apoio no tratamento estatístico dos resultados.

À Técnica Júlia Ferreira por ser esta pessoa paciente que nos tem acompanhado e ajudado muito desde o início deste projeto.

À Doutora Benilde Mendes por ser esta pessoa carinhosa, maravilhosa, experiente e Mãe.

Ao Ministério das Pescas de Angola pela bolsa que me concedeu.

À Empresa SICOPAL pelo apoio incondicional e por nos fornecer o pescado para esta pesquisa.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia por aceitar a minha candidatura e pela formação de qualidade que nos tem proporcionado.

A Universidade Mandume Ya Ndemufayo, a Academia de Pesca e Ciências do mar do Namibe por me dispensarem em períodos regulares para esta formação.

Aos meus chefes e meus amigos, queiram encontrar aqui o meu reconhecimento por tudo que vocês têm feito para que este sonho se tornasse realidade.

E por último, mais não menos importante dedico este trabalho aos meus companheiros de carteira, de serviço e a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para que este se tornasse realidade, queiram encontrar nestas palavras a minha grande gratidão.



## **Resumo**

Os recursos piscícolas representam uma importante fonte de rendimento para a província do Namibe (Sul de Angola). Entre as espécies mais capturadas nesta província encontram-se a sardinela (*Sardinella aurita*), o carapau-do-Cunene (*Trachurus trecae*), a cavala (*Scomber japonicus*), a corvina (*Atractoscion aequidens*) e o caranguejo (*Chaceon maritae*). Apesar do elevado interesse sócio-económico e amplo consumo, os estudos sobre a composição química destas espécies ao largo do Namibe são escassos ou inexistentes. Assim, a presente dissertação teve como objetivo estudar as cinco espécies anteriormente referidas sob o ponto de vista nutricional e toxicológico.

Foi determinada a composição química aproximada (teor em água, proteína, gordura e cinza), o perfil de ácidos gordos, o teor em colesterol, a composição em aminoácidos, o teor em minerais e em elementos tóxicos em diferentes tecidos edíveis das espécies capturadas ao largo do Namibe em duas épocas do ano. Independentemente da época de captura, as espécies do Namibe possuem elevado teor em proteína, contendo níveis elevados de aminoácidos essenciais. De um modo geral, observaram-se variações significativas no teor em gordura entre épocas de captura, com os valores mais elevados a serem atingidos em outubro. A análise do perfil em ácidos gordos permitiu verificar a existência de teores elevados de ácidos gordos polinsaturados da família ómega-3, particularmente dos ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico, dois dos nutrientes mais associados aos benefícios para a saúde resultantes do consumo de pescado. Os níveis de colesterol foram baixos comparando com o máximo diário de referência. Todas as espécies apresentaram teores interessantes em minerais, particularmente em selénio, iodo, fósforo, ferro e zinco, contribuindo para assegurar uma percentagem relevante das doses diárias recomendadas destes elementos. Os metais tóxicos mercúrio, cádmio e chumbo, quando detetados encontraram-se sempre muito abaixo dos limites legislados pela União Europeia, indicando que o risco associado ao consumo destas espécies é baixo.

**Palavras-chave:** Pescado, Valor nutricional, elementos tóxicos, Angola (Namibe), ácidos gordos, aminoácidos, composição mineral, dados de composição de alimentos.



## ***Abstract***

Seafood resources represent an important source of income for the province of Namibe (Southern Angola). *Sardinella* (*Sardinella aurita*), Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae*), mackerel (*Scomber japonicus*), geelbeck croaker (*Atractoscion aequidens*) and red crab (*Chaceon maritae*) represent some of the most captured species in this province. Despite the high socio-economic interest and widespread consumption, studies on the chemical composition of these species off Namibe are scarce or non-existent. Thus, this dissertation aimed to study the five species previously mentioned from the nutritional and toxicological point of view.

The species caught off Namibe coast in two distinct seasons were analysed in terms of proximate chemical composition (moisture, protein, fat and ash content), fatty acid and amino acid profiles, cholesterol, essential minerals (macro and trace) and toxic elements. In both seasons, Namibe species prove to be a good source of protein and essential amino acids. In general, the fat content varied significantly between seasons, being higher in October. Despite these differences, in both seasons fat was rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids, particularly eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, two of the nutrients that most contribute to the health benefits of fish consumption.

Cholesterol levels were low compared to the daily reference maximum. All species showed interesting levels of minerals, particularly selenium, iodine, phosphorus, iron and zinc, contributing to ensure a relevant percentage of the recommended daily doses of these elements. The toxic metals mercury, cadmium and lead, when detected, were always far below the limits legislated by the European Union, indicating that the risk associated with the consumption of these species is low.

**Keywords:** Seafood, nutritional value, toxic elements, Angola (Namibe), fatty acids, amino acids, mineral composition, food composition data.



## ***Índice de Matérias***

<b>1 - Introdução</b>	<b>1</b>
1.1. Condições hidrológicas das águas angolanas	2
1.2. Sector das pescas em Angola	2
1.3. Biologia de algumas das espécies capturadas na província do Namibe	8
1.3.1. <i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	9
1.3.2. <i>Trachurus trecae</i> (Cadenat, 1949)	11
1.3.3. <i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1780)	13
1.3.4. <i>Atractoscion aequidens</i> (Cuvier, 1830)	15
1.3.5. <i>Chaceon maritae</i> (Manning & Holthuis, 1981)	17
1.4. Composição química e valor nutricional do pescado	19
1.4.1. Humidade	20
1.4.2. Proteína e outros compostos azotados	20
1.4.3. Lípidos totais	25
1.4.3.1. Ácidos gordos	26
1.4.3.2. Colesterol	33
1.4.4. Hidratos de carbono	35
1.4.5. Minerais	36
1.4.6. Vitaminas	42
1.5. Riscos associados ao consumo de pescado	46
1.5.1. Contaminação microbiológica e parasitas	47
1.5.2. Biotoxinas marinhas	48
1.5.3. Contaminantes químicos	49
1.6. Objetivo do Trabalho	53
 <b>2 - Materiais e Métodos</b>	 <b>55</b>
2.1 Material biológico	55
2.2. Análises químicas	60
2.2.1. Determinação do teor em Humidade	60
2.2.2. Determinação do teor em cinza total	60
2.2.3. Determinação do teor em proteína bruta	61
2.2.4. Determinação do teor em gordura livre total	61
2.2.5. Determinação do teor em colesterol	62
2.2.6. Perfil de ácidos gordos	62
2.2.7. Determinação do perfil em aminoácidos	63
2.2.8. Doseamento de minerais (macro, micro e minerais tóxicos)	65
2.2.8.1. Doseamento do sódio, magnésio, potássio e ferro	65
2.2.8.2. Doseamento do fósforo	66
2.2.8.3. Doseamento do cobre, zinco, crómio, cobalto, manganês, vanádio, níquel, arsénio, cádmio e chumbo	66
2.2.8.4. Doseamento de iodo e selénio	67

2.2.8.5. Doseamento do mercúrio	67
2.3. Cálculo de parâmetros nutricionais	68
2.3.1. Valor energético	68
2.3.2. Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT)	68
2.3.3. Índice de ácidos gordos hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos (h/H)	69
2.2.1. <i>Score</i> de aminoácidos ( <i>Amino acid score</i> )	69
2.3.5. Contribuição nutricional e risco toxicológico	69
2.4. Análise estatística	70
<b>3- Resultados e Discussão</b>	<b>71</b>
3.1. Caraterização biométrica das espécies estudadas	71
3.1.1. Caraterização biométrica do caranguejo	71
3.1.2. Caraterização biométrica do carapau	71
3.1.3. Caraterização biométrica da sardinela	73
3.1.4. Caraterização biométrica da cavala	75
3.1.5. Caraterização biométrica da corvina	76
3.2. Análise química das espécies	77
3.2.1. Composição química aproximada	77
3.2.1.1. Composição química aproximada do <i>C. maritae</i>	77
3.2.1.2. Composição química aproximada de <i>Trachurus trecae</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Scomber japonicus</i> e <i>Atractoscion aequidens</i>	79
3.2.2. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol	83
3.2.2.1. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol do <i>C. maritae</i>	83
3.2.2.2. Perfil em ácidos gordos e teor de colesterol de <i>Trachurus trecae</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Scomber japonicus</i> e <i>Atractoscion aequidens</i>	88
3.2.3. Perfil em aminoácidos	105
3.2.3.1. Perfil em aminoácidos do <i>C. maritae</i>	105
3.2.3.2. Perfil em aminoácidos de <i>Trachurus trecae</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Scomber japonicus</i> e <i>Atractoscion aequidens</i>	107
3.2.4. Macrominerais e oligoelementos	119
3.2.4.1. Macrominerais e oligoelementos nos tecidos do <i>C. maritae</i>	119
3.2.4.2. Macrominerais e oligoelementos nas espécies <i>Trachurus trecae</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Scomber japonicus</i> e <i>Atractoscion aequidens</i>	121
3.2.5. Elementos tóxicos	125
3.2.5.1. Elementos tóxicos nos tecidos do <i>C. maritae</i>	125
3.2.5.2. Elementos tóxicos nas espécies <i>Trachurus trecae</i> , <i>Sardinella aurita</i> , <i>Scomber japonicus</i> e <i>Atractoscion aequidens</i>	127
3.3. Contribuição nutricional e risco toxicológico associado ao consumo das espécies estudadas	132
<b>4- Conclusão e Perspetivas Futuras</b>	<b>139</b>
<b>5 - Referências Bibliográficas</b>	<b>141</b>



## Índice de Figuras

Figura 1.1. Localização da província do Namibe em Angola e em África	2
Figura 1.2. Preço médio do quilograma (kwanzas/kg) das várias espécies comercializadas no Namibe (Angola) entre 2013 e 2017	7
Figura 1.3. Aspeto geral da <i>Sardinella aurita</i>	9
Figura 1.4. Distribuição geográfica da <i>Sardinella aurita</i>	10
Figura 1.5. Aspeto geral do <i>Trachurus trecae</i>	12
Figura 1.6. Distribuição geográfica do carapau-do-Cunene	12
Figura 1.7. Aspeto geral da <i>Scomber japonicus</i>	14
Figura 1.8. Distribuição geográfica da cavala	14
Figura 1.9. Aspeto geral da <i>Atractoscion aequidens</i>	16
Figura 1.10. Distribuição geográfica da corvina	16
Figura 1.11. Aspeto geral do <i>Chaceon maritae</i>	18
Figura 1.12. Distribuição geográfica do <i>C. maritae</i>	19
Figura 1.13. Estrutura geral dos triacilgliceróis	26
Figura 1.14. Vias metabólicas de dessaturação e alongamento dos ácidos linoleico e $\alpha$ -linolénico	28
Figura 1.15. Estrutura química do colesterol	33
Figura 1.16. Relação entre o nível de ingestão e o risco de desenvolvimento de efeitos adversos por carência ou por excesso de micronutrientes	37
Figura 2.1. Espécies de peixe analisadas: A) <i>Trachurus trecea</i> (carapau); B) <i>Sardinella aurita</i> (sardinela); C) <i>Scomber japonicus</i> (cavala); D) <i>Atractoscion aequidens</i> (corvina)	56
Figura 2.2. Medição da cavala com o auxílio de ictiómetro	57
Figura 2.3. Aspeto das amostras: A) após homogeneização dos tecidos; B) após liofilização.	58
Figura 2.4. Vista dorsal e ventral do <i>Chaceon maritae</i>	58
Figura 2.5. Medição do comprimento (A) e da largura (B) da carapaça dos caranguejos	59
Figura 2.6. Tecidos edíveis do <i>Chaceon maritae</i> analisados (músculo, hepatopâncreas e ovários).	59
Figura 3.1. Distribuição do comprimento total do carapau do Cunene nas duas épocas de captura.	72
Figura 3.2. Distribuição do comprimento total do sardinela nas duas épocas de captura	74
Figura 3.3. Distribuição do comprimento total da cavala nas duas épocas de captura	75
Figura 3.4. Distribuição do comprimento total da corvina nas duas épocas de captura	76
Figura 3.5. Teor em colesterol (mg/100g) na parte edível das espécies de peixes estudadas (média $\pm$ desvio padrão)	103
Figura 3.6. <i>Score</i> de aminoácidos (%) para o tecido muscular do <i>C. maritae</i> em ambas as épocas de captura.	107

Figura 3.7. <i>Score</i> de aminoácidos (%) para o carapau do Cunene em ambas em março e em outubro	<b>116</b>
Figura 3.8. <i>Score</i> de aminoácidos (%) para a sardinela em março e outubro	<b>117</b>
Figura 3.9. <i>Score</i> de aminoácidos (%) para a cavala em março e outubro	<b>117</b>
Figura 3.10. <i>Score</i> de aminoácidos (%) para a corvina em março e outubro	<b>118</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 1.1. Capturas de pescado em Angola (toneladas) entre 2013 e 2017	4
Tabela 1.2. Contribuição do pescado para a ingestão diária de proteínas em Angola	5
Tabela 1.3. Valor total do comércio internacional de produtos da pesca em Angola	5
Tabela 1.4. Capturas e produção de derivados do pescado na província do Namibe	6
Tabela 1.5. Capturas por espécies (toneladas) na província do Namibe entre 2013 e 2017	7
Tabela 1.6. Valores médios em milhões de kwanza realizados pela venda das principais espécies capturadas na província do Namibe nos anos de 2013 a 2017	8
Tabela 1.7. Valores médios em milhões de Euros pela venda das principais espécies capturadas na província do Namibe nos anos de 2013 a 2017	8
Tabela 1.8. Hierarquia taxonómica da <i>Sardinella aurita</i>	9
Tabela 1.9. Hierarquia taxonómica do carapau-do-cunene	11
Tabela 1.10. Hierarquia taxonómica da cavala	13
Tabela 1.11. Hierarquia taxonómica corvina	15
Tabela 1.12. Hierarquia taxonómica do caranguejo	17
Tabela 1.13. Necessidades diárias em aminoácidos essenciais	22
Tabela 1.14. Composição média em ácidos gordos (g/100 g de parte edível) de diferentes tipos de carne e pescado	31
Tabela 1.15. Classificação dos principais ácidos gordos presentes nos produtos da pesca	32
Tabela 1.16. Teor médio de colesterol (mg/100 g de parte edível) de diferentes tipos de carne e pescado	35
Tabela 1.17. Minerais essenciais: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA	38
Tabela 1.18. Vitaminas: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA	43
Tabela 1.19. Exemplos de perigos químicos e biológicos que podem contaminar o pescado	47
Tabela 1.20. Exemplos de perigos biológicos associados com o pescado	48
Tabela 2.1. Limites de deteção para os diversos aminoácidos analisados nas condições descritas	65
Tabela 3.1. Dados biométricos do <i>C. maritae</i> capturado em março e outubro	71
Tabela 3.2. Dados biométricos dos exemplares de carapau capturados em março e outubro	72
Tabela 3.3. Caracterização dos grupos de <i>T. trecae</i> constituídos para avaliação nutricional	73
Tabela 3.4. Dados biométricos dos exemplares de sardinela capturados em março e outubro	73
Tabela 3.5. Caracterização dos grupos de <i>S. aurita</i> constituídos para avaliação nutricional	74

Tabela 3.6. Dados biométricos dos exemplares de cavala capturados em março e outubro	<b>75</b>
Tabela 3.7. Dados biométricos dos exemplares de corvina capturados em março e outubro	<b>76</b>
Tabela 3.8. Composição aproximada (g/100 g de peso fresco) e valor energético dos tecidos edíveis cozidos de <i>C. maritae</i> capturado em março e outubro	<b>78</b>
Tabela 3.9. Composição química aproximada (g/100 g peso fresco) e valor energético das espécies capturadas em março e outubro	<b>79</b>
Tabela 3.10. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol dos tecidos edíveis do <i>C. maritae</i> capturado em março e outubro	<b>84</b>
Tabela 3.11. Perfil dos principais ácidos gordos (%) das espécies estudadas capturadas em março e outubro	<b>88</b>
Tabela 3.12. Composição em ácidos gordos e índices nutricionais das espécies capturadas em março e outubro	<b>98</b>
Tabela 3.13. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) do músculo de <i>C. maritae</i> em março e em outubro	<b>105</b>
Tabela 3.14. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível do carapau do Cunene em março e em outubro	<b>108</b>
Tabela 3.15. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da sardinela em março e em outubro	<b>109</b>
Tabela 3.16. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da cavala em março e em outubro	<b>110</b>
Tabela 3.17. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da corvina em março e em outubro	<b>111</b>
Tabela 3.18. Teor em macrominerais e em oligoelementos (mg/100 g de peso fresco) nos tecidos edíveis do <i>C. maritae</i> capturado em março e em outubro	<b>120</b>
Tabela 3.19. Teor em macrominerais (mg/100 g de peso fresco) e em oligoelementos (mg/kg de peso fresco) no músculo das espécies capturadas em março e em outubro	<b>122</b>
Tabela 3.20. Teor em elementos tóxicos (mg/kg de peso fresco) nos tecidos edíveis do <i>C. maritae</i> capturado em março e em outubro	<b>126</b>
Tabela 3.21. Teor em elementos tóxicos (mg/kg de peso fresco) no músculo das espécies de peixe capturadas em março e em outubro	<b>128</b>
Tabela 3.22. Contribuição nutricional (%) do caranguejo em termos de energia, proteína, gordura, EPA+DHA, macrominerais, oligoelementos e colesterol, considerando uma refeição de 75 g (músculo) ou 50 g (hepatopâncreas)	<b>133</b>
Tabela 3.23. Contribuição nutricional (%) do carapau, sardinela, cavala e corvina em energia, proteína, gordura, EPA+DHA, minerais e colesterol, considerando uma refeição de 150 g	<b>135</b>
Tabela 3.24. Percentagem do limite de PTWI do metilmercúrio e do cádmio atingida pelo consumo de uma refeição e número máximo possível de refeições semanais das diversas espécies em estudo	<b>137</b>

## ***Abreviaturas***

**AAE** – Aminoácidos essenciais

**AACE** – Aminoácidos condicionalmente essenciais

**AAF** – Aminoácidos funcionais

**AANE** – Aminoácidos não essenciais

**AAT** – Total de aminoácidos

**AI** – Ingestão adequada

**ALA** – Ácido  $\alpha$ -linolénico

**AS** – *Score* de aminoácidos

**ASP** – Intoxicação amnésica por marisco

**AZP** - Intoxicação por azaspirácidos

**DDT** - p-Dicloro-difenil-tricloroetano

**DEE** - Departamento de Estudos e Estatística

**DHA** - Ácido docosahexaenóico

**DIAAS** – *Score* de aminoácidos indispensáveis digeríveis

**DSP** – Intoxicação diarreica por marisco

**EFSA** - Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos

**EPA** - Ácido eicosapentaenóico

**FAME** - Ésteres metílicos de ácidos gordos

**FAO** - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

**FID** - Detetor de ionização de chama

**GEPE** – Gabinete de Estudo Planeamento e Estatística

**h/H** - Índice de ácidos gordos hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos

**HAP** – Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

**HDL** - Lipoproteínas de alta densidade

**IA** – Índice de aterogenicidade

**IARC** – Agência Internacional de Pesquisa sobre o Cancro

**ICP-MS** – Espectrometria de massa com plasma indutivo acoplado

**IT** – Índice de trombogenicidade

**LDL** - Lipoproteínas de baixa densidade

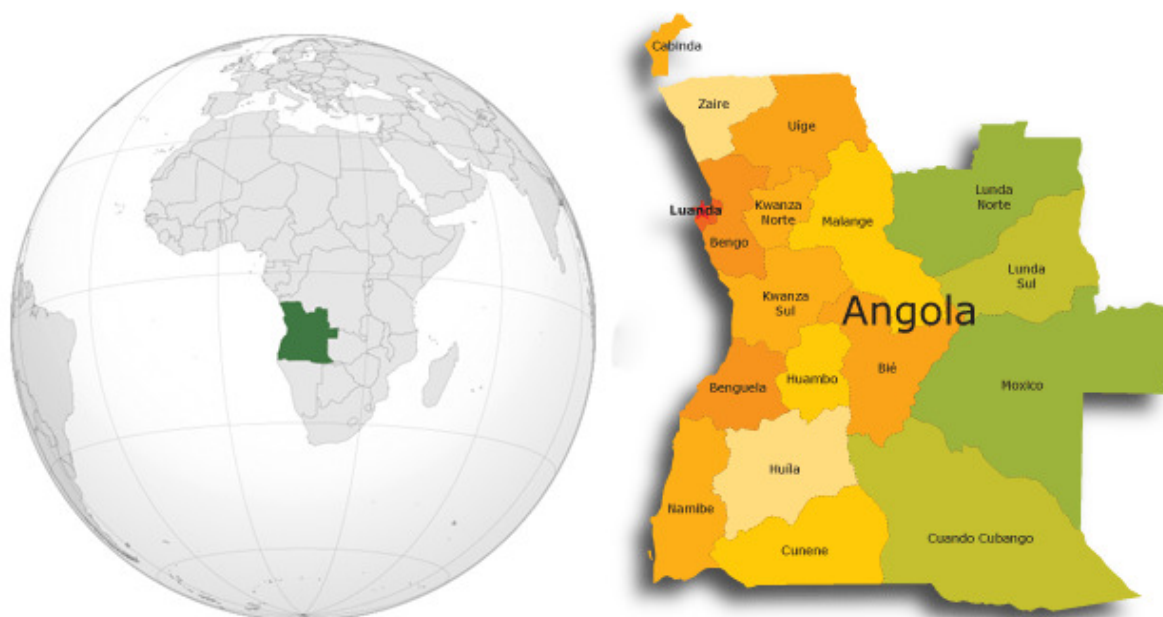
**MINPESCAS** - Ministério das Pescas de Angola  
**MUFA** - Ácidos gordos monoinsaturados  
**NSP** – Intoxicação neurotóxica por marisco  
**OMS** - Organização Mundial da Saúde  
**PCB** - Bifenilpoliclorados  
**PCDD** - Policlorodibenzo-p-dioxinas  
**PCDF** - Policlorodibenzofuranos  
**PDCAA** –Score de aminoácidos corrigido para a digestibilidade proteica  
**pf** - Peso fresco  
**PRI** – Ingestão de referência para a população  
**PSP** – Intoxicação paralisante por marisco  
**PTWI** - Ingestão semanal tolerável provisória  
**PUFA** - Ácidos gordos polinsaturados  
**SFA** – Ácidos gordos saturados  
**TMA** – Teor máximo admissível  
**UL** – Nível superior de ingestão tolerável  
**UPLC** – Cromatografia líquida de ultra eficiência  
**USD** – Dólar dos Estados Unidos da América

## ***1.Introdução***

Geograficamente Angola está localizada na Costa Ocidental de África, abaixo do equador e a Este do meridiano de Greenwich, sendo as suas coordenadas geográficas extremas de 4° 22' de latitude Sul a Norte e 18° 02' de latitude Sul a Sul, o que dá uma amplitude latitudinal de 13° 40', e 11° 41' de longitude Este a ocidente e 24° 05' de longitude Este a oriente, pelo que amplitude longitudinal é de 12° 24'. Angola faz fronteira a Norte e Nordeste com a República Democrática do Congo (antigo Zaire) e com a República do Congo (Congo Brazzaville), a Leste com a Zâmbia, a Sul com a Namíbia e a Oeste é banhada pelo Oceano Atlântico. Angola tem uma superfície total de 1246 700 km<sup>2</sup>, ocupando assim uma faixa litoral com uma extensão de 1 650 km, sendo a sua população total estimada em aproximadamente 25789 024 habitantes (Instituto Nacional de Estatística de Angola, 2016).

A variação de latitude e de altitude ao longo do país leva a que o clima de Angola apresente diferenças consideráveis, variando desde o desértico no Sul, onde podem encontrar-se focas e pinguins nas zonas costeiras, ao tropical húmido nas margens do rio Congo (Norte de Angola) (Dombaxe et al., 2015). A localização geográfica de Angola, estendendo-se desde perto do Equador até próximo do Trópico de Capricórnio, leva a que haja uma diminuição da radiação solar recebida e, consequentemente da temperatura média de norte para sul do país, fazendo com que a temperatura média anual registada nas estações meteorológicas do noroeste e nordeste (Cabinda: 24,7 °C; Dundo: 24,6 °C), seja mais elevada do que a registada nas estações do sudoeste e sudeste (Moçâmedes: 20,0 °C; Cuangar: 20,7 °C) (Huntley, 2019). A pluviosidade também varia bastante, indo de perto de zero, nas zonas mais a sul, até aos 2 000 mm/ano, na província do Zaire (Norte de Angola) (Dombaxe et al., 2015). Angola, por situar-se nesta região privilegiada, possui um clima particularmente especial, caracterizado por possuir apenas duas estações climáticas: a estação fria e seca e a estação das chuvas. A estação seca e mais fria, também conhecida como estação do Cacimbo, vai de junho a setembro, enquanto que a estação das chuvas, mais quente e húmida, vai de outubro até maio (Huntley, 2019).

A República de Angola, cuja capital é Luanda, é um país com 18 províncias, sendo a província do Namibe uma delas. Esta província situa-se no litoral Sul de Angola, possui uma área total de 56 389 km<sup>2</sup>, apresenta uma faixa litoral com uma extensão de cerca 420 km (Figura 1.1) (Governo da Província do Namibe, 2013), e tem uma população estimada em 495 326 habitantes, na sua maioria jovens entre os 15 e os 40 anos de idade (Instituto Nacional de Estatística de Angola, 2016). A população desta região dedica-se, principalmente, à agricultura, criação de gado e pesca. Em relação aos hábitos alimentares, a população do Namibe consome pescado preferencialmente à carne. Esta realidade relaciona-se, em grande parte, com o poder de económico, uma vez que o peixe se encontra disponível em grande quantidade e a um preço mais acessível para todos.



**Figura 1.1. Localização da província do Namibe em Angola e em África (Agência Angola Press, 2020).**

### **1.1. Condições hidrológicas das águas Angolanas**

A corrente fria de Benguela percorre a costa sudoeste africana em direção ao Norte e ao largo da costa de Angola muda de direção para Oeste, tornando-se a corrente Sul Equatorial. Durante o Inverno no hemisfério Sul, devido aos ventos alísios, a Corrente de Benguela move-se mais para o Norte e a Corrente do Sul Equatorial torna-se mais forte. Destas mudanças resulta, neste período, o afloramento (*upwelling*) ao largo da costa de Angola (Bianchi, 1986). Já durante o Verão, os ventos Alísios enfraquecem, a corrente de Benguela não é tão forte na plataforma de Angola, permitindo a penetração das águas mais quentes do Norte. Águas com baixa salinidade e alta temperatura oriundas da área estuarina do Rio Congo podem ser encontradas nos meses de Fevereiro a Março até ao Lobito, indicando o fluxo das águas para o Sul (corrente de Angola) (Bianchi, 1986). A corrente de Angola corre em direção ao sul onde converge com as águas frias, água de afloramento da corrente de Benguela, criando a Frente de Angola-Benguela (FAO, 2017).

Todos os fatores acima mencionados fazem com que a costa angolana seja rica em biodiversidade marinha, incluindo espécies de águas temperadas, encontradas predominantemente no extremo Sul, e espécies tropicais encontradas mais a Norte (Kirkman & Nsingi, 2019).

### **1.2. Sector das pescas em Angola**

O sector das pescas constitui o terceiro principal sector da economia angolana, depois do sector do petróleo e dos diamantes. Esta realidade pode relacionar-se com o facto deste país possuir



uma linha costeira de 1 650 km e um mar territorial de 330 000 km<sup>2</sup> (FAO, 2018a). Devido à anteriormente referida corrente de Benguela, a costa de Angola, em especial a costa mais a Sul, constitui uma zona de elevada produtividade primária e, consequentemente, rica em peixes pelágicos (Instituto de Investigação Pesqueira, 2000).

No ano de 2017, registou-se um total de capturas de cerca de 507 075 toneladas (FAO, 2019). Nesse ano, a frota pesqueira com motor foi estimada em 3 585 embarcações e a sem motor em 5 515 embarcações (FAO, 2019). A observação das capturas registadas nos últimos cinco anos permite concluir que o sector das pescas tem evoluído de forma positiva, verificando-se os valores mais elevados nos últimos dois anos em análise (2016 e 2017) (Tabela 1.1). A pesca industrial contribui para a maior fração das capturas marinhas, com a pesca artesanal a aumentar significativamente nos anos mais recentes. A pesca semi-industrial e industrial está praticamente toda localizada em quatro portos: Luanda, Namibe, Benguela e Cuanza Sul, contribuindo as zonas mais a Norte (Bengo, Zaire e Cabinda) de forma mais expressiva apenas para a pesca artesanal (Tabela 1.1)

A aquacultura tem ainda pouca expressão em Angola, estimando-se uma produção de cerca de 655 toneladas em 2016, embora a aquacultura comercial de média e grande escala comece a emergir (FAO, 2018a). O efeito das alterações climáticas, que pode levar a uma diminuição da pesca ao longo da corrente de Benguela e, consequentemente, a uma diminuição no provimento de pescado para o país, é um dos fatores que contribui de forma significativa para o interesse em aumentar a produção aquícola em Angola (Dombaxe et al., 2015).

Estima-se que cerca de 150 000 pessoas vivam direta ou indiretamente da pesca ou da aquacultura, sendo que a pesca, em especial as pescarias de pequena escala ou artesanais, constituem o principal ou único meio de subsistência e abastecimento alimentar de grande parte da população das zonas costeiras. Com efeito, a pesca artesanal tem desempenhado um papel importante no combate à fome e à pobreza, contribuindo para a obtenção de proteína animal e aumentando o rendimento das populações (FAO, 2011a e 2017).

As capturas marinhas representam mais de 70% do total de capturas (FAO, 2011a). As espécies *Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis*, *Trachurus trecae*, *Trachurus capensis*, *Sardinops sagax*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Selene dorsalis*, *Decapterus rhoncus* e *Scomber japonicus* são as que mais contribuem para o total de produção de peixes pelágicos (GEPE-DEE-MINPESCAS, comunicação pessoal, janeiro 2018). Para além dos peixes pelágicos, os crustáceos (camarão e caranguejos de águas profundas), cefalópodes e moluscos (lulas, polvo e bivalves), peixes demersais (corvina, pargo, garoupa, imperador) e peixes migratórios como os atuns e espécies afins, constituem, igualmente, importantes recursos marinhos (FAO, 2011a).

**Tabela 1.1. Capturas de pescado em Angola (toneladas) entre 2013 e 2017.**

Províncias	2013			2014			2015			2016			2017		
	Industrial	Semi-industrial	Artesanal	Industrial	Semi-industrial	Artesanal	Industrial	Semi-industrial	Artesanal	Industrial	Semi-industrial	Artesanal	Industrial	Semi-industrial	Artesanal
Cabinda	43	285	2 420	...	4 549	3 103	134	1 813	3 639	319	823	5 588	50	251	27 029
Zaire	...	...	13 501	...	...	31 678	...	...	38 269	...	...	91 845	...	...	56 929
Bengo	...	...	2 872	...	...	8 972	...	...	26 144	...	46	29 405	...	1 422	34 731
Luanda	113 784	9 495	29 443	126 856	42 364	35 497	160 126	14 045	20 685	80 726	19 268	23 515	112 319	7 925	23 099
Cuanza Sul	12 093	10 374	15 322	12 162	7 220	17 352	7 032	1 405	9 183	11 878	2 183	17 391	13 674	730	23 228
Benguela	26 490	57 659	16 182	40 736	36 195	16 601	39 732	29 318	30 608	46 897	49 596	31 753	44 127	37 098	22 685
Namibe	4 365	31 699	5 427	11 467	22 616	5 584	41 733	22 811	10 150	61 598	32 726	8 223	70 459	11 248	20 070
<b>Semi-Total</b>	<b>156 765</b>	<b>109 512</b>	<b>85 167</b>	<b>191 221</b>	<b>112 944</b>	<b>118 787</b>	<b>248 757</b>	<b>69 392</b>	<b>138 678</b>	<b>201 418</b>	<b>104 642</b>	<b>207 720</b>	<b>240 629</b>	<b>58 674</b>	<b>207 771</b>
<b>Total geral</b>	<b>436 611</b>			<b>422 952</b>			<b>456 827</b>			<b>513 780</b>			<b>507 074</b>		

Dados fornecidos pelo Gabinete de Estudo Planeamento e Estatística (Departamento de Estudos e Estatística) do Ministério das Pescas de Angola (GEPE-DEE-MINPESCAS)

Cerca de 90% do pescado desembarcado é vendido no local de desembarque ou nos mercados e consumido na forma fresca ou congelada, sendo o resto processado, maioritariamente como peixe seco e salgado, transformado em farinha e, em menor escala, destinado à produção de conservas (FAO, 2018a). O consumo *per capita* de pescado em Angola foi de cerca de 19,5 kg em 2016, representando as proteínas do pescado cerca de 34,5% da ingestão total de proteínas de origem animal e cerca de 12,5% do total de proteínas ingeridas diariamente (FAO, 2019). Comparando com valores de anos anteriores é possível verificar que o consumo de pescado em Angola tem vindo a aumentar, representando, por isso, um peso cada vez mais expressivo na ingestão diária total de proteínas e, particularmente, na ingestão diária de proteínas de origem animal (FAO, 2011a, 2018b e 2019) (Tabela 1.2).

**Tabela 1.2. Contribuição do pescado para a ingestão diária de proteínas em Angola (FAO, 2011a, 2018b e 2019)**

	2010	2013	2016
Consumo per capita (kg)	14,7	18,6	19,5
Contribuição para a ingestão diária de proteínas de origem animal (%)	24,5	25,8	34,5
Contribuição para a ingestão diária de proteínas (%)	7,2	8,6	12,5

Angola precisa de importar peixe e produtos derivados para complementar a procura nacional. Por outro lado, Angola também exporta pescado para outros países, como, por exemplo, República Democrática do Congo, África do Sul, Namíbia, China e Japão. O camarão, gambas e caranguejo de elevada qualidade constituem os principais produtos exportados (FAO, 2018a). Embora se verifique um grande desequilíbrio entre as importações e o das exportações, nos últimos anos tem-se observado uma tendência para a diminuição do peso das importações e para o aumento do peso das exportações (FAO, 2019) (Tabela 1.3).

**Tabela 1.3. Valor total do comércio internacional de produtos da pesca em Angola (FAO, 2019)**

	2014	2015	2016	2017
Importações (1000 USD)	321 937	225 992	209 704	219 311
Exportações (1000 USD)	71 878	72 626	74 623	80 191

USD) Dólar dos Estados Unidos da América.

Conforme já referido, a província do Namibe é uma das que contribui de forma mais expressiva para o total de capturas de Angola. Os recursos piscícolas são uma importante fonte de rendimento para esta província, que possui uma faixa litoral extensa e de elevada biodiversidade (Governo da Província do

Namibe, 2013). Nos últimos 10 anos, as capturas de pescado no Namibe têm crescido consideravelmente, tendo em 2016 e 2017, ultrapassado as 100 000 toneladas (Tabela 1.4). Tal como na generalidade do país, também na província do Namibe a maior parte do pescado capturado é consumida ou utilizada na forma fresca ou congelada, sendo o resto processado como peixe seco, transformado em farinha e óleo de peixe ou encaminhado para produção de conservas (Tabela 1.4) (Comunicação pessoal GEPE-DEE-MINPESCAS, janeiro de 2018).

**Tabela 1.4. Capturas e produção de derivados do pescado na província do Namibe.**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Total de capturas (toneladas)</b>	28 378 <sup>1</sup>	21 654 <sup>1</sup>	11 323 <sup>1</sup>	41 491 <sup>2</sup>	39 667 <sup>2</sup>	74 694 <sup>2</sup>	102 547 <sup>2</sup>	101 777 <sup>2</sup>
<b>Consumo direto (toneladas)</b>					10 811 <sup>2</sup>	22 321 <sup>2</sup>	15 962 <sup>2</sup>	24 853 <sup>2</sup>
<b>Peixe congelado (toneladas)</b>					21 732 <sup>2</sup>	40 386 <sup>2</sup>	35 415 <sup>2</sup>	35 054 <sup>2</sup>
<b>Peixe seco (toneladas)</b>					932 <sup>2</sup>	1 783 <sup>2</sup>	2 640 <sup>2</sup>	1 875 <sup>22</sup>
<b>Farinha de peixe (toneladas)</b>					6 156 <sup>2</sup>	10 204 <sup>2</sup>	48 528 <sup>2</sup>	39 764
<b>Conservas (toneladas)</b>							2 <sup>2</sup>	232 <sup>2</sup>
<b>Óleo de peixe (hectolitros)</b>					8 477 <sup>2</sup>	13 230 <sup>2</sup>	41 934 <sup>2</sup>	37 061 <sup>2</sup>

1) Governo da Província do Namibe (2013); 2) Dados fornecidos pelo GEPE-DEE-MINPESCAS

Os valores mais baixos registados nos anos de 2011 e, especialmente, em 2012, resultaram do estado insatisfatório da frota pesqueira e também de fatores externos, entre os quais se pode destacar a problemática das focas (Governo da Província do Namibe, 2013). Com efeito, o fenómeno da reprodução excessiva das focas na zona sul do país, provocou um desequilíbrio no ecossistema marinho que se refletiu numa diminuição considerável do pescado e num aumento massivo dos predadores (focas). Desde 2013 que o Governo angolano executa um programa de abate controlado de focas na costa sul, para garantir os recursos da pesca.

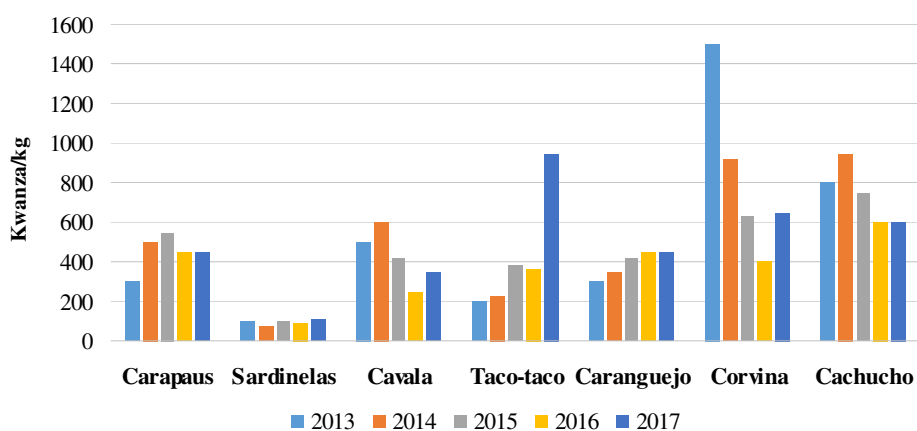
Das várias espécies capturadas no Namibe as que mais se destacam são as sardinelas (*Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*), seguidas dos carapaus (*Trachurus trecae* e *Trachurus capensis*), cavala (*Scomber japonicus*), caranguejo (*Chaceon maritae*), cachucho (*Dentex macrophthalmus*), e ainda de outras espécies como a corvina (*Atractoscion aequidens*) ou o taco-taco (*Spicara nigricauda*) (Tabela 1.5).

**Tabela 1.5. Capturas por espécies (toneladas) na província do Namibe entre 2013 e 2017.**

	2013	2014	2015	2016	2017
Carapaus	4 247	8 472	5 495	9 221	6 531
Sardinelas	16 887	20 072	56 768	83 313	89 037
Cavala	3 694	2 080	6 837	3 990	1 572
Taco-taco	146	76	218	167	335
Caranguejo	1 823	975	2 586	1 671	1 086
Corvina	157	148	395	124	201
Cachucho	536	281	372	1 964	1 291
Diversos	1 420	7 527	2 023	2 097	1 724

Dados fornecidos pelo GEPE-DEE-MINPESCAS

Olhando para o valor comercial das espécies mais capturadas Namibe, pode observar-se uma ligeira flutuação nos respetivos preços de comercialização ao longo destes últimos anos, sendo estas flutuações mais intensas nos casos da corvina e do taco-taco (Figura 1.2). De um modo geral, o cachucho e a corvina foram, das espécies em análise, as que apresentaram maior valor comercial e as sardinelas as que apresentaram menor valor.



**Figura 1.2. Preço médio do quilograma (kwanzas/kg) das várias espécies comercializadas no Namibe (Angola) entre 2013 e 2017 (dados fornecidos pela empresa de pesca SICOPAL-Namibe).**

Apesar do menor valor comercial, dado o maior volume de captura das sardinelas foram estas que mais contribuíram para a economia da província entre os anos de 2013 e 2017, com exceção do ano de 2014, onde foram os carapaus que mais se destacaram (Tabela 1.6). A observação da Tabela 1.6, permite ainda verificar o aumento do peso destas espécies para a economia da província, com os valores totais a mais do que duplicarem entre o ano de 2013 (6 050 milhões de kwanzas) e o ano de 2017 (14 878 milhões

de kwanzas). Para facilitar a interpretação da Tabela 1.6, os valores foram convertidos para Euros, utilizando a taxa de câmbio média de cada ano fornecida pelo Banco Nacional de Angola (Tabela 1.7). As diferenças verificadas na evolução dos valores das Tabelas 1.6 e 1.7 refletem as variações relativas das duas moedas, nomeadamente a maior desvalorização que o kwanza sofreu face ao euro nos anos de 2016 e 2017.

**Tabela 1.6. Valores médios em milhões de kwanza realizados pela venda das principais espécies capturadas na província do Namibe nos anos de 2013 a 2017**

Espécie	2013	2014	2015	2016	2017
Carapaus	1 274	4 236	2 984	4 149	2 939
Sardinelas	1 689	1 405	5 677	7 498	9794
Cavala	1 847	1 248	2 872	998	550
Taco-taco	29	17	83	60	318
Caranguejo	547	341	1 086	752	489
Corvina	236	136	248	50	13
Cachucho	429	267	279	1 178	775
<b>Total</b>	<b>6 050</b>	<b>7 651</b>	<b>13 229</b>	<b>14 685</b>	<b>14 878</b>
<b>Total geral</b>	<b>56 493</b>				

O preço médio do quilograma das várias espécies foi fornecido pela empresa de pesca SICOPAL-Namibe, o total de capturas foi fornecido pelo GEPE-DEE-MINPESCAS.

**Tabela 1.7. Valores médios em milhões de Euros pela venda das principais espécies capturadas na província do Namibe nos anos de 2013 a 2017.**

Espécie	2013	2014	2015	2016	2017
Carapaus	9,90	32,94	22,31	24,26	15,87
Sardinelas	13,12	10,92	42,44	43,84	52,90
Cavala	14,35	9,70	21,47	5,83	2,97
Taco-taco	0,23	0,13	0,62	0,35	1,72
Caranguejo	4,25	2,65	8,12	4,40	2,64
Corvina	1,83	1,06	1,86	0,29	0,07
Cachucho	3,33	2,08	2,09	6,89	4,18
<b>Total</b>	<b>47,02</b>	<b>59,48</b>	<b>98,90</b>	<b>85,87</b>	<b>80,36</b>
<b>Total geral</b>	<b>371,63</b>				

O preço médio do quilograma das várias espécies foi fornecido pela empresa de pesca SICOPAL-Namibe, o total de capturas foi fornecido pelo GEPE-DEE-MINPESCAS e a taxa de câmbio médio utilizada foi fornecida pelo Banco Nacional de Angola.

### 1.3. Biologia de algumas das espécies capturadas na província do Namibe

Conforme anteriormente referido, a sardinela (*Sardinella aurita*), o carapau do Cunene (*Trachurus trecae*), a cavala (*Scomber japonicus*), a corvina (*Atractoscion aequidens*) e o caranguejo (*Chaceon*

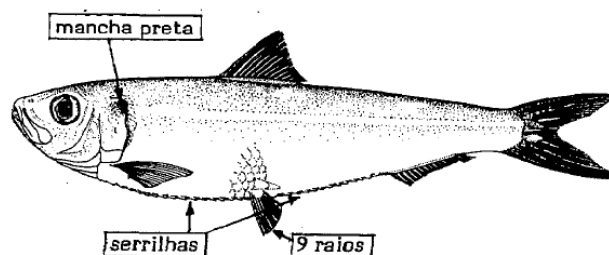
*maritae*) constituem cinco importantes recursos pesqueiros na província do Namibe. Estas espécies são muito apreciadas em Angola, sendo consideradas importantes do ponto de vista económico, razão pela qual o sector das pescas criou uma estratégia para efetuar uma melhor gestão destes recursos baseada na Lei n.º 6-A/04, de 8 de outubro de 2004, dos Recursos Biológicos Aquáticos. Esta gestão baseia-se na veda de algumas espécies como uma forma de protegê-las no período de desova.

### 1.3.1. *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)

A *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) (Código FAO – SAA), cujo nome em português é sardinela-lombuda (FAO, 2020a), é uma espécie pelágica pertencente à família Clupeidae (Tabela 1.8). Esta espécie, também conhecida como sardinela, sardinha, sardinha-lombuda ou sardinha-arinca, tem um tamanho máximo de 38 cm (Bianchi, 1986). A *Sardinella aurita*, daqui para a frente designada por sardinela, tem o corpo alongado, apresenta carena ventral nítida com escamas modificadas em forma de V (serrilhas), opérculo liso, linha mediana dourada, barbatana ventral com nove raios e uma mancha negra sobre o bordo posterior do opérculo (Figura 1.3) (Martins & Carneiro, 2018).

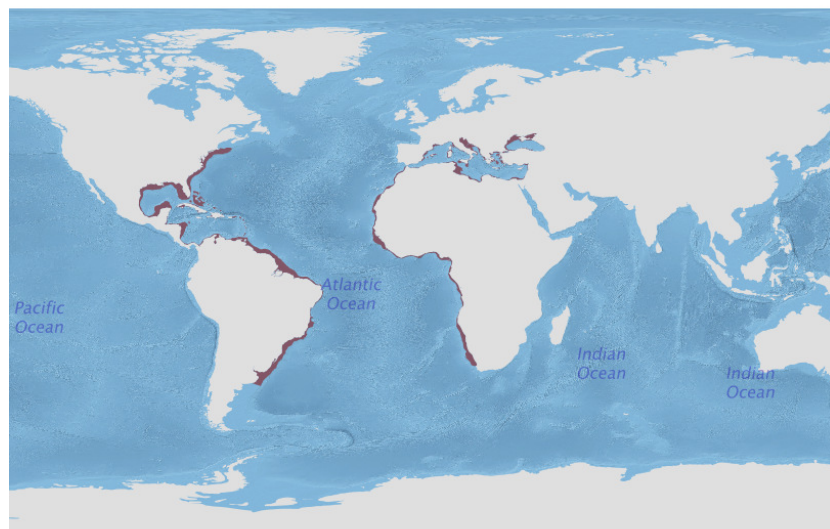
**Tabela 1.8. Hierarquia taxonómica da *Sardinella aurita* (adaptado de WoRMS, 2020)**

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Subfilo</b>	Vertebrata
<b>Superclasse</b>	Gnathostomata
<b>Superclasse 2</b>	Pisces
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordem</b>	Clupeiformes
<b>Família</b>	Clupeidae
<b>Género</b>	<i>Sardinella</i>
<b>Espécie</b>	<i>Sardinella aurita</i>



**Figura 1.3. Aspeto geral da *Sardinella aurita* (Bianchi, 1986).**

A sardinela distribui-se pelo Atlântico Leste, Mediterrâneo e ocasionalmente no Mar Negro, costas africanas (do sul de Gibraltar até à África do Sul) e Atlântico ocidental (de Cabo Cod à Argentina) (FAO, 2020a). No Mediterrâneo, a espécie começou por ser mais comum nas águas quentes da zona mais a leste, bem como da bacia sudoeste. Contudo, nos anos mais recentes, muito provavelmente devido ao aumento da temperatura da água do mar, a sardinela tem sido ocasionalmente encontrada em zonas mais setentrionais e frias do Mediterrâneo, como o Norte do mar Egeu, o Norte do Adriático ou o Golfo de Leão (Figura 1.4) (Sabatés et al., 2006).



**Figura 1.4.** Distribuição geográfica da *Sardinella aurita*. As zonas a vermelho indicam as zonas onde a espécie pode ser encontrada (FAO, 2020b).

Esta espécie prefere água salina, límpida, com temperatura mínima abaixo de 24 °C, podendo ser encontrada desde zonas costeiras e pouco profundas até à orla da plataforma continental, a profundidades superiores a 350 m (África Ocidental), subindo frequentemente à superfície durante a noite (FAO, 2019c). A sardinela alimenta-se especialmente de zooplâncton (sobretudo de copépodes) mas também de algum fitoplâncton (particularmente no caso dos juvenis) (FAO, 2020b).

Na costa angolana, durante o período hidrológico da grande estação fria (junho a agosto), a sardinela migra para Norte, deslocando-se para o largo da costa no período da pequena estação hidrológica fria (janeiro e fevereiro). No caso da África Ocidental, o padrão de criação contempla dois períodos principais de desova ligados aos regimes de ressurgência. Os juvenis tendem a ficar em áreas de viveiro, juntando-se aos adultos na maturidade (FAO, 2020b). Os lugares de desova dos *stocks* de sardinela de Angola parecem localizar-se entre Ponta Negra (Congo) e a foz do rio Congo (Bianchi, 1986).



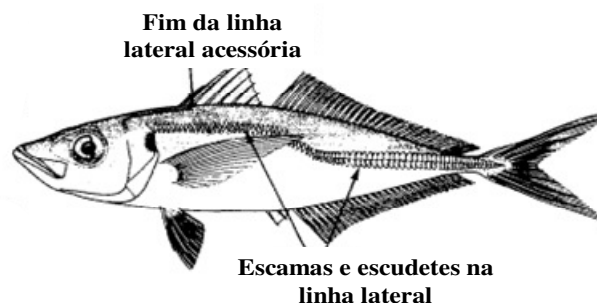
A sardinela é uma espécie muito comum e abundante em Angola. Na região Sul de Angola, o conjunto da biomassa das espécies *S. aurita* e *S. madeirensis* foi, no ano de 2012, estimado em cerca de 319 000 toneladas, constituindo a biomassa da *S. aurita* 95% do total da biomassa do recurso da sardinela nessa região (Korsbrekke et al., 2012).

### 1.3.2. *Trachurus trecae* (Cadenat, 1949)

O *Trachurus trecae* (Cadenat, 1949) (Código FAO – HMZ), cujo nome em português é carapau-do-cunene (FAO, 2020a), é uma espécie pertencente à família Carangidae (Tabela 1.9). Esta espécie, também conhecida como carapau, chicharro, charro, charrinho (quando pequeno) ou chicharro espanhol, pode atingir tamanhos até 35 cm (Bianchi, 1986). O carapau-do-cunene apresenta o corpo alongado e bastante comprimido, cabeça grande com a extremidade posterior da mandíbula superior a atingir a margem anterior do olho e o maxilar inferior projetado. Esta espécie caracteriza-se ainda por possuir pálpebra adiposa bem desenvolvida, pequenas narinas próximas uma da outra, sendo a narina anterior oval e a posterior crescente. O carapau-do-cunene apresenta linha lateral acessória dorsal que termina abaixo dos espinhos 1-6 da barbatana dorsal, apresenta 35 a 43 escamas expandidas dorsalmente e semelhantes a escudetes na linha lateral, seguidas de 33 a 38 escudetes (Figura 1.5) (FAO, 2020c).

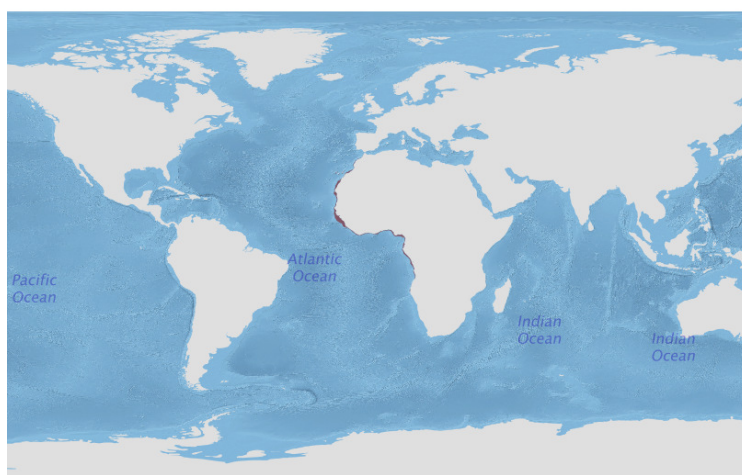
**Tabela 1.9. Hierarquia taxonómica do carapau-do-cunene (adaptado de WoRMS, 2020)**

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Subfilo</b>	Vertebrata
<b>Superclasse</b>	Gnathostomata
<b>Superclasse 2</b>	Pisces
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordem</b>	Perciformes
<b>Subordem</b>	Percoidei
<b>Família</b>	Carangidae
<b>Género</b>	<i>Trachurus</i>
<b>Espécie</b>	<i>Trachurus trecae</i>



**Figura 1.5. Aspeto geral do *Trachurus trecae* (adaptado de Bianchi, 1986).**

O carapau-do-cunene distribui-se geograficamente ao longo do Atlântico Central Oriental, desde a Mauritânia até Angola (Figura 1.6) (FAO, 2020c). Esta espécie é pelágica, vive em cardume em águas costeiras, desde a superfície até ao fundo, pode atingir tamanhos até 35 cm e alimenta-se principalmente de crustáceos (Bianchi, 1986; FAO, 2020c). O carapau-do-cunene é descrito como uma espécie que tem múltiplas desovas durante uma única época de postura, no entanto, as principais áreas de desova na zona de Angola, bem como a altura do pico da postura não foram ainda definidas (Ndjaula et al., 2013).



**Figura 1.6. Distribuição geográfica do carapau-do-Cunene. A zona a vermelho indica a zona onde a espécie pode ser encontrada (FAO, 2020c).**

Em 2012, no Sul de Angola, a biomassa do carapau do Cunene foi estimada em 137 400 toneladas (Korsbrekke et al., 2012). Esta espécie é capturada principalmente de maio a outubro, por redes de cerco com retenida (FAO, 2011b; Ndjaula et al., 2013).

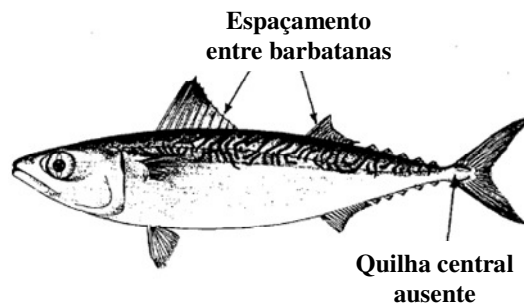
### 1.3.3. *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1780)

A *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1780) (Código FAO –MAS), cujo nome em português é cavala (FAO, 2020a), é uma espécie pertencente à família Scombridae (Tabela 1.10). Esta espécie, também conhecida por cavalinha (FAO, 2020d), pode atingir um tamanho máximo de 50 cm, embora o tamanho mais comum seja de cerca de 30 cm (Bianchi, 1986).

**Tabela 1.10. Hierarquia taxonómica da cavala (adaptado de WoRMS, 2020)**

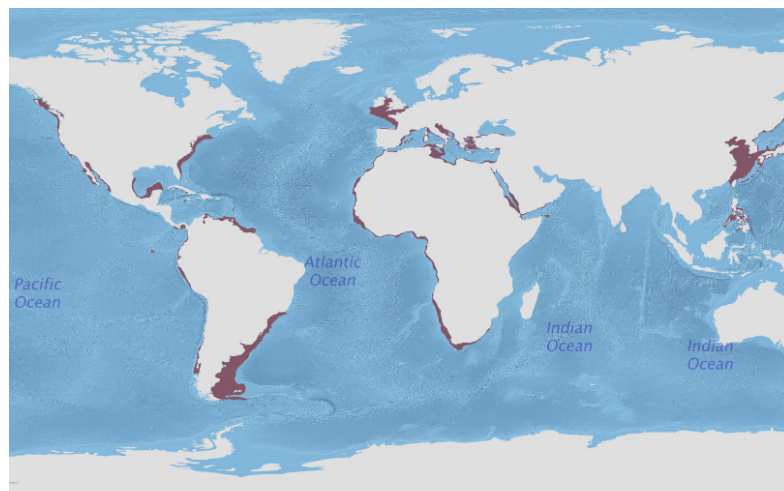
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Subfilo</b>	Vertebrata
<b>Superclasse</b>	Gnathostomata
<b>Superclasse 2</b>	Pisces
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordem</b>	Perciformes
<b>Subordem</b>	Scombroidei
<b>Família</b>	Scombridae
<b>Subfamília</b>	Scombrinae
<b>Género</b>	<i>Scomber</i>
<b>Espécie</b>	<i>Scomber japonicus</i>

A cavala tem o corpo alongado e arredondado, focinho pontudo e fino pedúnculo caudal. A cabeça é pequena, a boca é larga, os olhos são relativamente grandes e cobertos por uma pálpebra adiposa. A cavala tem uma coloração dorsal verde pálida com múltiplas linhas onduladas e azuladas. Por outro lado, a barriga tem uma coloração amarela prateada com inúmeras manchas arredondadas e escuras, que estão ausentes em indivíduos jovens. A cavala não apresenta quilha central, tem entre 9 e 10 espinhos na primeira barbatana dorsal e apresenta duas barbatanas dorsais espaçadas por uma distância aproximadamente igual ao tamanho da primeira barbatana dorsal (Figura 1.7) (Bianchi, 1986; Hernández & Ortega, 2000).



**Figura 1.7.** Aspeto geral da *Scomber japonicus* (adaptado de Bianchi, 1986).

A cavala tem sido considerada como uma espécie com distribuição global, podendo ser encontrada nos mares quentes e temperados do Atlântico, Pacífico e Índico, encontrando-se presente ao longo de toda a costa ocidental africana (Figura 1.8) (FAO, 2020d).



**Figura 1.8.** Distribuição geográfica da cavala. As zonas a vermelho indicam as zonas onde a espécie pode ser encontrada (FAO, 2020d).

A cavala é uma espécie pelágica, principalmente de águas costeiras, que forma cardumes e que pode ser encontrada desde a superfície até uma profundidade de 300 m, atingindo os níveis mais profundos principalmente durante o dia (Bianchi, 1986; Hernández & Ortega, 2000). A cavala alimenta-se

de plâncton, podendo os adultos alimentar-se também de pequenos peixes e lulas (Collette & Nauen, 1983).

No hemisfério Norte, a cavala tende a migrar para Norte, durante o Verão, e para Sul, durante o Inverno e para a desova, parecendo o padrão ser inverso no hemisfério Sul. A desova ocorre com mais frequência a temperaturas da água de 15 ° a 20 °C, o que faz com que a época de desova varia entre as regiões, parecendo estar limitada à primeira metade do ano no hemisfério Norte, à segunda metade do ano no hemisfério Sul, ocorrendo durante todo o ano em zonas próximas do equador (Collette & Nauen, 1983; Hernández & Ortega, 2000). Um estudo realizado com cavala capturada na costa da África do Sul concluiu que, nesta área geográfica, a desova ocorre nos meses de junho a setembro (Baird, 1977).

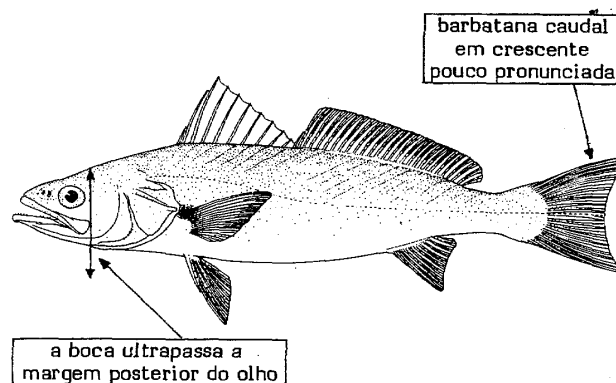
#### 1.3.4. *Atractoscion aequidens* (Cuvier, 1830)

A *Atractoscion aequidens* (Cuvier, 1830) (Código FAO –AWE), cujo nome em português é corvina-de-boca-amarela (FAO, 2020a), é uma espécie pertencente à família Sciaenidae (Tabela 1.11). Esta espécie também conhecida por corvina, corvina-preta, congueira ou pungo-amarelo, tem um tamanho comum de 50 cm, embora o seu tamanho possa ir até um máximo de 120 cm (Bianchi, 1986).

**Tabela 1.11. Hierarquia taxonômica corvina (adaptado de WoRMS, 2020)**

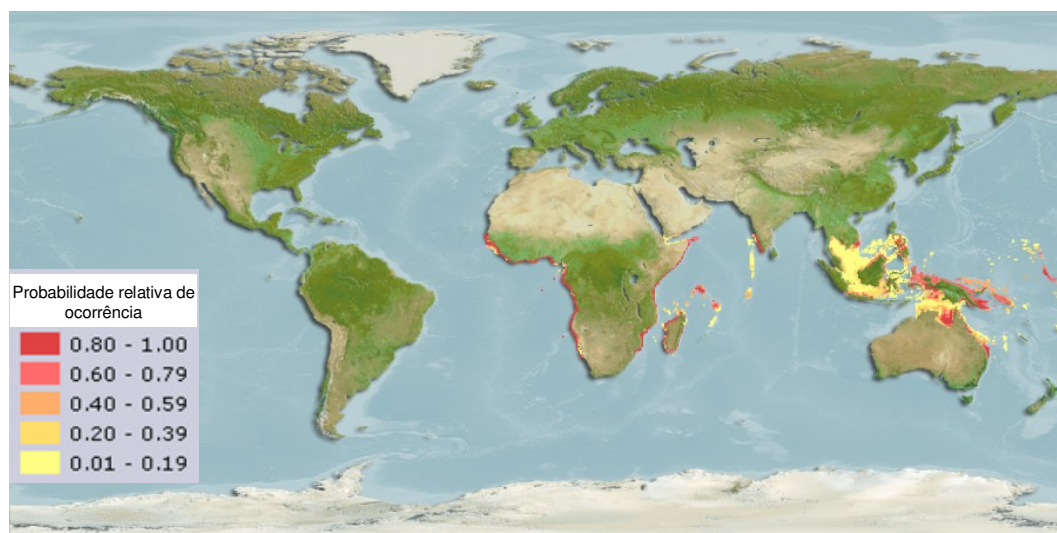
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Subfilo</b>	Vertebrata
<b>Superclasse</b>	Gnathostomata
<b>Superclasse 2</b>	Pisces
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordem</b>	Perciformes
<b>Subordem</b>	Percoidei
<b>Família</b>	Sciaenidae
<b>Gênero</b>	<i>Atractoscion</i>
<b>Espécie</b>	<i>Atractoscion aequidens</i>

A *Atractoscion aequidens*, daqui para a frente designada por corvina, é um peixe robusto, possuindo uma barbatana caudal em crescente, uma cabeça pontiaguda e uma boca grande e terminal (Figura 1.9). As barbatanas são de um cinzento amarelado translúcido e a cavidade oral é de um amarelo brilhante (Griffiths, 1988).



**Figura 1.9. Aspeto geral da *Atractoscion aequidens* (Bianchi, 1986).**

A corvina é um peixe migratório, demersal, embora podendo alimentar-se à superfície de pequenos peixes como o carapau, a sardinela e outros (Bianchi, 1986). Esta espécie habita em ambientes costeiros (15-200 m de profundidade) ao longo da costa ocidental da África, da Mauritânia até à África do Sul, e no Indo-Pacífico, ao sul de Moçambique e na costa leste da Austrália (Figura 1.10) (Griffiths, 1988; Henriques et al., 2014).



**Figura 1.10. Distribuição geográfica da corvina (AquaMaps, 2019).**

Na costa Sudoeste africana, esta espécie exibe uma distribuição disjunta, com dois centros de abundância confinados ao Norte (Sistema Norte de Benguela) e ao Sul (Sistema Sul de Benguela) da zona de ressurgência muito intensa ao largo da cidade de Lüderitz, no Sul da Namíbia, sendo a migração entre

esses dois centros considerada insignificante (Henriques et al., 2016). De acordo com Henriques et al. (2016), a divergência genética entre as populações do Norte (abrangendo as regiões de Luanda, Benguela e Namibe em Angola) e do Sul, em conjunto com claras diferenças verificadas na sua história de vida, sugerem que a espécie *A. aequidens* possa, na África Austral, ser composta por duas espécies irmãs. Ambas as populações regionais têm ovos pelágicos e uma extensa fase larvar. Contudo, na população do Norte parece existir uma estação de desova prolongada (sete meses), não havendo evidências de uma migração de grande escala. Pelo contrário, a população mais a Sul, parece ter uma estação de desova curta (dois meses) e migração reprodutiva anual para um único local de desova comum na costa de KwaZulu-Natal (Costa Este da África do Sul) (Henriques et al., 2014). Possivelmente, devido a essa longa migração, os indivíduos capturados na costa Sul-africana atingem tamanhos máximos superiores aos capturados na costa Angolana (Henriques et al., 2014 e 2016).

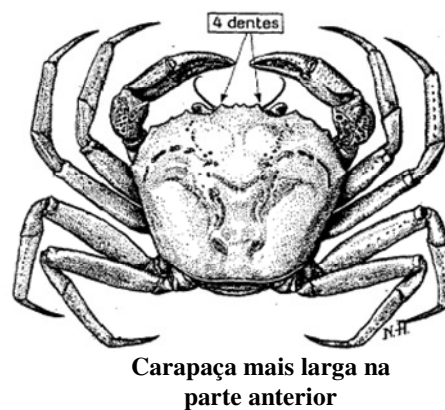
### 1.3.5. *Chaceon maritae* (Manning & Holthuis, 1981)

O *Chaceon maritae* (Manning & Holthuis, 1981) (Código FAO –CGE), originalmente descrito como *Geryon maritae* (Manning & Holthuis, 1981), é um caranguejo de fundura pertence à família Geryonidae (Tabela 1.12). Esta família compreende várias espécies distribuídas em todo o mundo, exceto no leste do Pacífico, que vivem em profundidades que variam de 100 a mais de 2 800 m (Carvalho et al., 2009).

**Tabela 1.12. Hierarquia taxonómica do caranguejo (adaptado de WoRMS, 2020)**

<i>Reino</i>	Animalia
<i>Filo</i>	Arthropoda
<i>Subfilo</i>	Crustacea
<i>Superclasse</i>	Multicrustacea
<i>Classe</i>	Malacostraca
<i>Subclasse</i>	Eumalacostraca
<i>Superordem</i>	Eucarida
<i>Ordem</i>	Decapoda
<i>Subordem</i>	Pleocyemata
<i>Infraordem</i>	Brachyura
<i>Seção</i>	Eubrachyura
<i>Subseção</i>	Heterotremata
<i>Superfamília</i>	Portunoidea
<i>Família</i>	Geryonidae
<i>Gênero</i>	<i>Chaceon</i>
<i>Espécie</i>	<i>Chaceon maritae</i>

O *C. maritae* é um caranguejo que apresenta uma carapaça hexagonal, mais larga na parte anterior, com uma superfície irregular e uma coloração acastanhada, bastante uniforme e sem padrões característicos. Este caranguejo apresenta quatro dentes curtos e largos, quelípodes ligeiramente desiguais em forma e tamanho e últimos quatro pares de pernas iguais ou quase iguais, lisos, sem pelos ou espinhos (Figura 1.11) (Fischer et al., 1981).

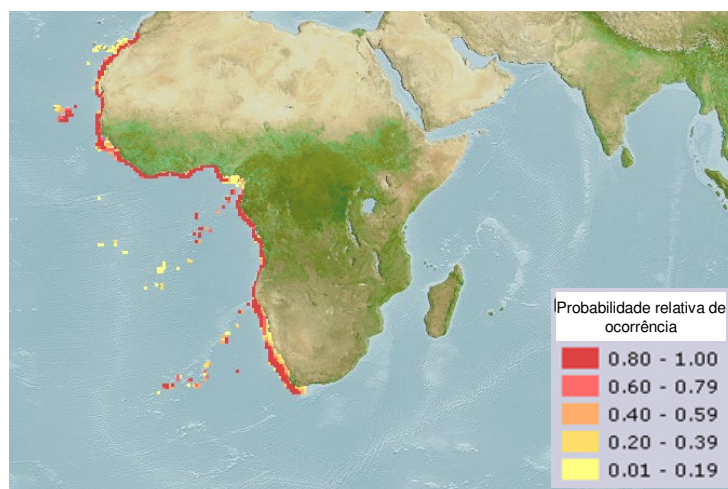


**Figura 1.11. Aspeto geral do *Chaceon maritae* (adaptado de Bianchi, 1986).**

Os caranguejos desta espécie não nadam e demonstram dimorfismo sexual, sendo os machos maiores que as fêmeas (largura de carapaça até cerca de 16 cm nos machos e até cerca de 9,5 cm nas fêmeas) (Bianchi, 1986; Otwell et al., 1984). O *C. maritae* habita nos fundos lodosos ou lodo-arenosos entre os 100 e os 936 m, mais frequentemente entre os 300 e os 700 m (Fischer et al., 1981). Os machos e as fêmeas de *C. maritae* mostram afinidade por profundidades diferentes, tendendo os machos a ser mais prevalentes a profundidades superiores a 500 m e as fêmeas mais predominantes em águas menos profundas (400 a 500 m) (Melville-Smith, 1987 e 1988; Otwell et al., 1984).

A espécie *C. maritae* pode ser encontrada ao largo da costa ocidental africana, desde o Saara Ocidental até ao Sudoeste de África e tem sido explorada comercialmente em vários países, nomeadamente na Costa do Marfim, Namíbia e Angola (Figura 1.12) (Melville-Smith, 1987).





**Figura 1.12. Distribuição geográfica do *C. maritae* (AquaMaps, 2019).**

Não foi observada flutuação sazonal no ciclo reprodutivo do *C. maritae* e, portanto, este caranguejo parece reproduzir-se durante todo o ano (Melville-Smith, 1987). Esta espécie cresce lentamente e tem uma elevada longevidade, tendo já sido observados espécimes com, provavelmente, mais de 25 anos (largura da carapaça de 165 mm) na costa da Namíbia (Melville-Smith, 1989). Os caranguejos desta família são carnívoros oportunistas, que se alimentam de peixes mortos e de uma grande variedade de animais bentônicos como, por exemplo, lulas, esponjas, gastrópodes, moluscos bivalves, poliquetas, crustáceos e tunicados (Domingos et al., 2008).

Conforme já anteriormente referido, o *C. maritae* constitui um dos principais recursos pesqueiros da província do Namibe, tanto para consumo interno como para exportação. Estes caranguejos são capturados com armadilhas (Bianchi, 1986) sendo, após captura, normalmente enviados para as indústrias de processamento de pescado, onde são cozidos e comercializados, quer inteiros, quer cortados (metades, pernas ou pinças) ou ainda transformados em flocos.

#### **1.4. Composição química e valor nutricional do pescado**

Denomina-se pescado todo alimento que é retirado de águas oceânicas ou interiores (doces ou salobras) e que o homem utiliza como alimento. Este termo é um termo genérico que engloba peixes, crustáceos, moluscos, etc. (Soares & Gonçalves, 2012).

A composição química do pescado varia de uma espécie para outra e entre indivíduos da mesma espécie pode variar com fatores como a idade, sexo, estação do ano, temperatura, pH e salinidade da água ou o tipo de alimentação (Huss, 1995; Lah et al., 2018). A influência dos fatores abióticos, nomeadamente

do aumento da temperatura e da acidificação da água, na composição química dos produtos da pesca tem vindo a ser alvo de diversos estudos, que visam avaliar o impacto que as alterações climáticas podem ter sobre o valor nutricional do pescado. De um modo geral, esses estudos apontam no sentido do se poderem verificar alterações significativas nos teores de proteínas e na composição em ácidos gordos no pescado sujeito a condições de aquecimento e acidificação dos oceanos (Anacleto et al., 2014; Tilami & Sampels, 2017; Lah et al., 2018).

Apesar de todas as variações anteriormente descritas, de um modo geral, o pescado tem uma elevada importância nutricional por ser uma fonte de proteínas, de elevada digestibilidade e valor biológico, bem como de ácidos gordos polinsaturados, especialmente da série ómega-3. Além disso, o pescado é rico em vitaminas, como as vitaminas D e B12, e minerais, tais como, por exemplo, o iodo, selénio e zinco (Larsen et al., 2011; Soares & Gonçalves, 2012; Mohanty et al., 2019). A parte edível do pescado tem como componentes maioritários a água, proteína e gordura e como componentes minoritários os hidratos de carbono (essencialmente em crustáceos e bivalves), vitaminas e minerais (INSA, 2006).

#### **1.4.1. Humidade**

O componente principal da parte edível do pescado é a água. Com efeito, o teor deste constituinte no músculo do peixe varia normalmente entre os 60 e os 85%, sendo que os peixes mais magros apresentam teores de humidade mais elevados e os peixes mais gordos teores em humidade mais reduzidos (INSA, 2020). Nos peixes vivos, o teor de água geralmente aumenta e o teor de proteína diminui à medida que o tempo de desova se aproxima (FAO, 2001).

No músculo de peixe fresco a água encontra-se fortemente ligada às proteínas. No entanto, após armazenamento prolongado refrigerado ou congelado, as proteínas têm menor capacidade de retenção da água, pelo que uma fração é perdida por gotejamento (refrigerado) ou por desidratação (congelado) (FAO, 2001).

#### **1.4.2. Proteína e outros compostos azotados**

As proteínas são a principal fração dos compostos azotados que se encontram na parte muscular do pescado. Estas moléculas de elevada massa molecular são formadas pelo encadeamento de aminoácidos e desempenham diversas funções no organismo, tais como, funções estruturais e de suporte (colagénio), catálise enzimática (enzimas), protecção imunitária (anticorpos), transporte e armazenamento (mioglobina), transmissão de impulsos nervosos (receptores dos neurotransmissores) podendo ainda ser utilizadas para a obtenção de energia (1 g fornece 4 kcal). Mais em concreto no músculo, as proteínas desempenham uma função importante no movimento, propiciando a sua contração (Stryer, 1992; Almeida

& Afonso, 1997).

As proteínas são elementos essenciais de uma dieta saudável, permitindo a síntese e a manutenção das 25 000 proteínas codificadas pelo genoma humano, assim como outros compostos azotados (WHO, 2007). As proteínas são construídas a partir de um conjunto de 20 aminoácidos diferentes (Stryer, 1992). Como o corpo humano é incapaz de manter reservas de proteínas, é necessário um provimento constante de proteínas de boa qualidade, para garantir a presença de todos os aminoácidos e a manutenção do crescimento e de outras funções fisiológicas (Boye, 2012).

Para além de serem necessários para a síntese de proteínas, determinados aminoácidos, como, por exemplo, o triptofano, a leucina, a arginina ou a glicina, podem por si só desempenhar outras funções metabólicas importantes, como, por exemplo, a regulação da expressão genética ou de determinadas vias metabólicas (Wu et al., 2014).

Os aminoácidos podem ser classificados como não essenciais (AANE), quando podem ser sintetizados pelo organismo humano, ou como essenciais (AAE), aqueles que o organismo humano não pode sintetizar e, portanto, têm obrigatoriamente de ser fornecidos através da dieta. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2007) a histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina são AAE, enquanto que os ácidos aspártico e glutâmico, asparagina, alanina, serina, cisteína, tirosina, glicina, arginina, glutamina e prolina são AANE. Contudo, alguns AANE, tais como a cistina, tirosina, glicina, arginina, glutamina ou prolina, podem tornar-se essenciais em determinadas condições patológicas ou fisiológicas, em que as necessidades metabólicas em aminoácidos superem a capacidade de biossintética. Por este motivo, estes aminoácidos, podem ser denominados como aminoácidos condicionalmente essenciais (Boye et al., 2012). Exemplos de algumas dessas situações são a lactação, gravidez, recuperação de queimaduras e de outras lesões, bem como situações de infeção (Wu et al., 2014).

O valor nutricional de uma proteína depende do seu perfil em aminoácidos bem como da sua digestibilidade e da biodisponibilidade dos seus aminoácidos. Com efeito, para que os aminoácidos possam ser absorvidos pelo organismo, é necessário que as proteínas sejam digeridas pelas enzimas digestivas e, por isso, uma elevada resistência à digestão gastrointestinal (baixa digestibilidade) pode fazer diminuir o valor nutricional de uma proteína. A digestibilidade das proteínas e a biodisponibilidade dos seus aminoácidos, podem variar com fatores como o teor de gordura ou de açúcares dos alimentos, bem como da presença de fatores antinutricionais ou da forma como os alimentos são processados e confeccionados (Boye et al., 2012). Por exemplo, Tavares et al. (2018) analisaram a digestibilidade das proteínas de filetes de peixe-espada confeccionados de diferentes modos, nomeadamente cozidos, fritos e assados no forno. Os autores verificaram que, em relação aos filetes crus, todos os métodos de confeção

aumentavam a digestibilidade das proteínas. Por outro lado, a digestibilidade das proteínas dos filetes fritos era menor que a dos filetes confeccionados pelos outros dois processos. Os autores concluíram que a digestibilidade das proteínas parece ser fortemente afetada pelos processos de oxidação e alterações no grupo  $\text{NH}_2$  que ocorrem durante a confeção.

A comparação do teor em cada um dos aminoácidos essenciais de uma determinada proteína com as respectivas necessidades diárias adequadas para a idade (Tabela 1.13), permite identificar o aminoácido limitante e determinar o *score* de aminoácidos (*amino acid score*) (AS) de uma proteína alimentar. Deste modo, o aminoácido limitante corresponde ao aminoácido essencial que se encontra em menor concentração em relação às necessidades humanas. O aminoácido limitante corresponde assim, ao aminoácido essencial que apresenta menor *score*, isto é, corresponde àquele que apresenta a menor razão entre a sua concentração em um grama da proteína em estudo e o respetivo valor de referência (em mg/g de proteína) (WHO, 2007).

**Tabela 1.13. Necessidades diárias em aminoácidos essenciais (WHO, 2007; FAO, 2013)**

Aminoácido	>18 anos (adultos)		1 a 2 anos	3 a 10 anos	11 a 14 anos	15 a 18 anos
	mg/kg por dia	mg/g de proteína	mg/g de proteína	mg/g de proteína	mg/g de proteína	mg/g de proteína
Histidina	10	15	18	16	16	16
Isoleucina	20	30	31	30	30	30
Leucina	39	59	63	61	60	60
Lisina	30	45	52	48	48	47
Metionina + cisteína	15	22	25	23	23	23
Metionina	10	16	-	-	-	-
Fenilalanina + tirosina	25	38	46	41	41	40
Treonina	15	23	27	25	25	24
Triptofano	4,0	6,0	7,0	6,6	6,5	6,3
Valina	26	39	41	40	40	40

Uma vez que, conforme anteriormente referido, a qualidade da proteína depende não só da sua composição em aminoácidos essenciais, mas também da sua digestibilidade, o grupo de peritos na avaliação da qualidade das proteínas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS), recomendou a utilização do *score* de aminoácidos corrigido para a digestibilidade proteica (PDCAAS, *protein digestibility corrected amino acid score*), para avaliar a qualidade da proteína (WHO, 2007). O PDCAA corresponde assim ao AS do aminoácido limitante multiplicado pela digestibilidade da proteína. No entanto, uma vez que a determinação da digestibilidade de uma proteína pode não conseguir fornecer uma estimativa precisa da

digestibilidade de um determinado AAE, o grupo de peritos da FAO, sugeriu a substituição do PDCAAS por um novo *score* de aminoácidos indispensáveis digeríveis (DIAAS, *digestible indispensable amino acid score*). Este novo *score* corresponde à razão entre a quantidade digerível de cada aminoácido essencial presente em um grama da proteína em análise e o respectivo valor de referência (em mg/g de proteína) (FAO, 2013). A quantidade digerível de cada aminoácido deverá ser estabelecida com base na verdadeira digestibilidade ileal de cada aminoácido, de preferência determinada em humanos, mas se isso não for possível, em porcos em crescimento ou em ratos em crescimento (FAO, 2013).

As proteínas representam aproximadamente 16-21% da massa do músculo do peixe, podendo dividir-se em três grupos distintos: proteínas do tecido conjuntivo, principalmente colagénio, que constituem aproximadamente 3% das proteínas totais nos teleósteos (peixes ósseos) e cerca de 10% em elasmobrânquios (peixes cartilagíneos), constituindo cerca de 17% do total de proteínas musculares dos mamíferos; as proteínas sarcoplasmáticas, como, por exemplo a mioglobina e enzimas, que constituem aproximadamente de 20 a 30% do total de proteínas do músculo; e, por último as proteínas contrácteis ou estruturais, como a actina, miosina, troponina e tropomiosina, que constituem entre 70 a 80% do conteúdo total de proteína do músculo do pescado, e cerca de 40% do conteúdo total de proteína do músculo dos mamíferos (Huss, 1995).

As proteínas do pescado representam as proteínas de origem animal mais consumidas em vários países, tanto da Europa como da Ásia (Soares & Gonçalves, 2012). As proteínas do pescado são de elevado valor biológico, apresentando na sua composição todos os aminoácidos essenciais, em proporções equilibradas, sendo comparáveis às proteínas do leite e da soja (Tahergorabi et al., 2011). De um modo geral, estas proteínas apresentam um elevado teor em metionina e lisina, podendo assim, complementar as dietas à base de cereais que, de uma forma geral, são pobres em lisina (FAO, 2001; Soares & Gonçalves 2012).

O músculo dos peixes é constituído por fibras curtas, organizadas em segmentos separados por camadas finas de tecido conjuntivo e não por fibras longas, organizadas longitudinalmente e envolvidas por camadas mais espessas de tecido conjuntivo como nos outros vertebrados (Belitz et al., 2009). Por outro lado, o colagénio dos peixes é muito mais instável ao calor e contém menos ligações cruzadas que o colagénio de vertebrados de sangue quente (Huss, 1995). Estes três fatores, a disposição das fibras musculares, a menor quantidade de tecido conjuntivo e a mais fácil gelatinização do colagénio, tornam o peixe seja mais tenro do que a carne. Por outro lado, em relação às proteínas da carne, as proteínas do sistema contráctil do peixe desnaturam mais facilmente e são mais sensíveis às enzimas digestivas o que lhes confere melhor digestibilidade (Belitz et al., 2009). A análise da digestibilidade das proteínas de pescado sujeito a diferentes formas de processamento, nomeadamente atum, sardinha, cavala e arenque

em conserva, arenque e cavala fumados, cavala frita e filetes de arenque marinados, mostrou valores entre 93,0 e 98,5% (revisto em Boye et al., 2012).

Os restantes compostos azotados presentes no pescado são normalmente encontrados no sarcoplasma e englobam, entre outros, aminoácidos livres, como, por exemplo a histidina, taurina ou carnosina, péptidos, óxido de trimetilamina, purinas e ureia. Estes outros compostos representam 9 a 18% do azoto presente no músculo dos peixes teleósteos, 33 a 38% do azoto presente no músculo dos peixes elasmobrânquios e 20 a 25% do azoto muscular dos moluscos e crustáceos (Belitz et al., 2009; Tahergorabi et al., 2011). A taurina encontra-se, geralmente em quantidades mais elevadas em moluscos como mexilhões e vieiras, encontrando-se também em quantidades razoavelmente altas no caranguejo e em muitos peixes (Lund, 2013). Os aminoácidos livres representam 0,5 a 2% do peso do músculo do pescado, desempenhando um papel importante na osmorregulação. De um modo geral, este teor é mais elevado nos crustáceos do que nos peixes e mais elevado nos peixes selvagens do que nos de aquacultura (Tahergorabi et al., 2011).

Os constituintes do azoto não proteico desempenham um papel preponderante nas características sensoriais do pescado, bem como, nos mecanismos da sua degradação. Por exemplo, a histidina livre pode ser descarboxilada a histamina por acção dos microrganismos deteriorantes, sempre que a temperatura de acondicionamento do pescado permitir o seu crescimento. Os microrganismos deteriorantes podem igualmente reduzir o óxido de trimetilamina, composto envolvido na regulação da pressão osmótica, originando compostos de odor desagradável como a trimetilamina. Por estarem directamente relacionados com os processos degradativos do pescado, os compostos azotados não proteicos são frequentemente quantificados com o objectivo de avaliar a evolução da perda de qualidade dos produtos (Huss 1995; Belitz et al., 2009).

Diversos estudos têm sugerido que, para além da sua importância nutricional, as proteínas, péptidos e aminoácidos do pescado possam exercer outros efeitos positivos na saúde. Estes efeitos parecem estar relacionados com níveis elevados de determinados aminoácidos, como, por exemplo, a arginina, glicina e taurina (Larsen et al., 2011; Tilami & Sampels, 2017). Com efeito, a arginina, cisteína, leucina, metionina, triptofano, tirosina, ácido aspártico, glutamina, ácido glutâmico, glicina, prolina e taurina, têm provado desempenhar papéis relevantes em diversos processos metabólicos chave como, por exemplo, a regulação da expressão genética, sinalização celular, regulação do fluxo sanguíneo, transporte de nutrientes, resposta antioxidante e anti-inflamatória, destoxificação de tóxicos, metilação de proteínas e de DNA ou a modulação da resposta imunitária (Wu, 2013). Por exemplo, a arginina, glicina e taurina parecem mediar a resposta inflamatória (revisto em Tilami & Sampels, 2017). A taurina está envolvida na formação do taurocolato, um sal biliar importante para a remoção do colesterol do plasma, pelo que a falta

de taurina está associada à acumulação de colesterol e aumento do risco de desenvolvimento de aterosclerose (Elvevoll et al., 2008). A taurina parece ser igualmente importante para o desenvolvimento neuronal, sendo também um componente do leite materno (Lund, 2013).

Por este motivo, tem sido proposto o conceito de aminoácidos funcionais, para classificar este conjunto de aminoácidos que participam e regulam processos metabólicos chave para melhorar a saúde, nomeadamente, na prevenção e tratamento de doenças metabólicas, como a obesidade e a diabetes, bem como de doenças infecciosas, crescimento, desenvolvimento, lactação e reprodução dos organismos (Wu, 2010; Wu, 2013; Wu et al., 2014; Mohanty et al., 2014).

### **1.4.3. Lípidos totais**

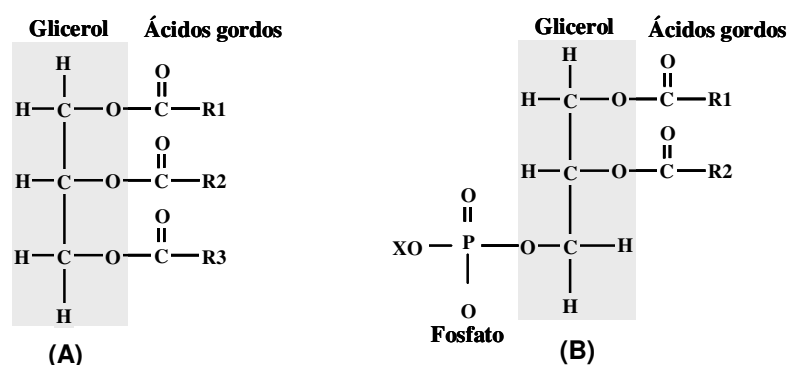
Os lípidos são um conjunto diverso de biomoléculas orgânicas, solúveis em solventes não polares como, por exemplo, éter etílico, clorofórmio ou benzeno, e insolúveis ou muito pouco solúveis em água. Esta classe de compostos desempenha diversas funções no organismo. Assim, os lípidos são importantes como fonte de energia (1 g fornece 9 kcal), protegem os órgãos contra lesões traumáticas e choque, ajudam na manutenção da temperatura corporal, são essenciais para a absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis e fitoquímicos, como carotenoides e licopenos (Gallagher, 2008). Os lípidos são essenciais para a formação das membranas celulares, bem como para a manutenção da sua integridade estrutural e funcional, são precursores de hormonas, sendo ainda importantes reguladores da sinalização celular (Streyer, 1992; Sunshine & Iruela-Arispe, 2017).

O teor de gordura dos peixes pode variar muito mais amplamente do que o teor de água, proteínas ou minerais, podendo algumas espécies apresentar valores cerca de 300 vezes superiores a outras (FAO, 2001). Assim, os peixes podem ser classificados em gordos ou magros segundo o teor percentual em lípidos que possuem na parte edível. De acordo com Ackman (1990) os peixes podem ser classificados em magros (teor em gordura inferior a 2%), de baixo teor em gordura (teor em gordura entre 2 e 4%), com médio teor em gordura (teor em gordura entre 4 e 8%) e gordos (teor em gordura superior a 8%). Para além de variar de espécie para espécie, a fração lipídica no pescado pode ainda variar dentro da mesma espécie devido a vários factores, tais como, a época do ano, sexo, alimentação, maturidade, ciclo de reprodução entre outros fatores (Kořakowska & Sikorski, 2003; Rieu, 2012).

Nos peixes magros, os lípidos acumulam-se em grande parte no fígado, enquanto que nas espécies gordas, os lípidos encontram-se tipicamente no tecido subcutâneo, em toda a estrutura muscular, especialmente nos músculos mais escuros e, no caso das espécies que armazenam teores de lípidos extremamente elevados, também na cavidade abdominal. Mesmo no caso dos peixes magros, é possível encontrar algum depósito de gordura nos músculos mais escuros, pois esses músculos são capazes de

metabolizar lípidos diretamente como fonte de energia (Huss, 1995).

Segundo a sua composição química, os lípidos podem dividir-se em triacilgliceróis, formados por cadeias de ácidos gordos esterificados com uma molécula de glicerol (Figura 1.13); fosfolípidos, semelhantes aos triacilgliceróis mas com um grupo fosfórico em substituição de um ácido gordo (Figura 1.13); glicolípidos, lípidos ligados a açúcares; e colesterol e outros esteróis, lípidos em que os átomos de carbono formam anéis em vez de cadeias (Almeida & Afonso, 1997).



**Figura 1.13.** Estrutura geral dos triacilgliceróis (A) e dos fosfolípidos (B). R1, R2 e R3 representam cadeias de ácidos gordos, X representa um álcool, amina ou aminoácido (adaptado de Stryer, 1992).

Os triacilgliceróis são reservas altamente concentradas de energia metabólica, constituindo a principal forma de armazenamento das gorduras, tanto nos alimentos como no organismo humano. Já os fosfolípidos e os glicolípidos são lípidos estruturais, sendo importantes componentes das membranas celulares (Stryer, 1992; Almeida & Afonso, 1997).

#### 1.4.3.1. Ácidos gordos

Os ácidos gordos são compostos orgânicos formados por carbono, hidrogénio e oxigénio. Estes ácidos, podem ser classificados de acordo com o tamanho da sua cadeia carbonada e com o número de ligações duplas (insaturações) que apresentam. Assim, os ácidos gordos podem ser de cadeia curta (4 a 6 átomos de carbono), média (8 a 12 átomos de carbono), longa (14 a 20 átomos de carbono) ou muito longa (20 ou mais átomos de carbono) (Almeida & Afonso, 1997). Nos sistemas biológicos, os ácidos gordos contêm em geral um número par de átomos de carbono, tipicamente entre 14 e 24 (Stryer, 1992).

Quanto ao número de insaturações, os ácidos gordos dividem-se em ácidos gordos saturados (SFA), quando não apresentam ligações duplas carbono-carbono, e ácidos gordos insaturados, quando

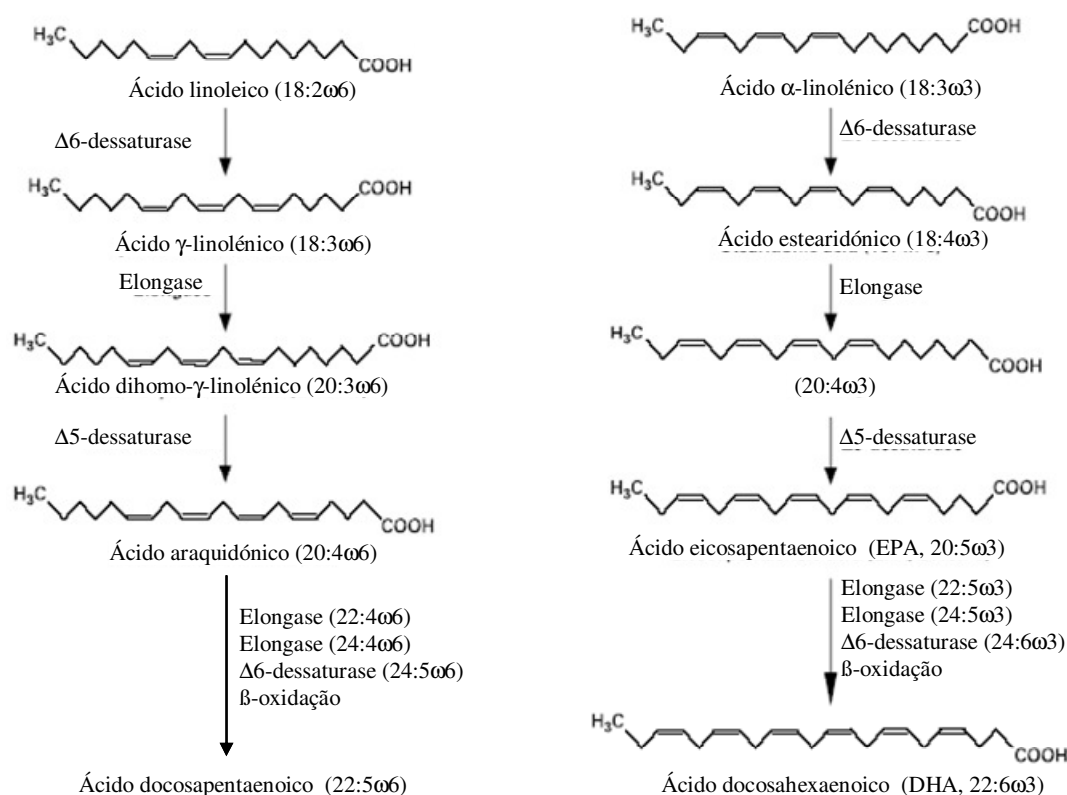


apresentam essas ligações. Tendo em conta o número de insaturações, os ácidos gordos podem ser monoinsaturados (só uma ligação dupla, MUFA) ou polinsaturados (mais do que uma ligação dupla, PUFA) (Almeida & Afonso, 1997). Os ácidos gordos insaturados podem ainda ser classificados de acordo com a posição em que se encontra a primeira insaturação a partir do grupo metilo terminal da molécula (carbono  $\omega$ ). Por exemplo, os ácidos gordos da família  $\omega 3$  serão aqueles que apresentam a primeira ligação dupla no terceiro carbono contado a partir da extremidade distal da molécula (Stryer, 1992).

Os ácidos gordos podem ainda dividir-se em ácidos gordos não essenciais, os que o organismo consegue sintetizar, e ácidos gordos essenciais, os que por não poderem ser sintetizados pelo organismo humano e serem indispensáveis para o seu funcionamento, têm obrigatoriamente de ser fornecidos pela dieta. O organismo humano não consegue sintetizar ácidos gordos das séries  $\omega 3$  e  $\omega 6$ , uma vez que não possui dessaturases capazes de introduzir ligações duplas entre os carbonos 3-4 e 6-7. No entanto, o organismo humano consegue converter os ácidos linoleico (18:2 $\omega 6$ ) e  $\alpha$ -linolénico (ALA, 18:3 $\omega 3$ ) noutros importantes ácidos gordos, nomeadamente o araquidónico (20:4 $\omega 6$ ), a partir do ácido linoleico, e os ácidos eicosapentaenóico ou EPA (20:5 $\omega 3$ ) e docosahexaenóico ou DHA (22:6 $\omega 3$ ), a partir do ácido  $\alpha$ -linolénico, através de reações de alongamento e dessaturação da cadeia (Vaz et al., 2006). Assim, os ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolénico são considerados ácidos gordos essenciais.

O metabolismo de alongamento e dessaturação dos ácidos gordos das séries  $\omega 3$  e  $\omega 6$  é competitivo, já que ambas as vias partilham o mesmo conjunto de enzimas (Figura 1.14) (Yaqoob & Calder, 2007). Desta modo, uma vez que o ácido linoleico se encontra em maior quantidade na dieta que o ácido  $\alpha$ -linolénico, apenas quantidades ínfimas de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa da série  $\omega 3$  ( $\omega 3$ PUFA) são gerados por esta via, sugerindo a maioria dos estudos que o Homem converte apenas cerca de 5% de ALA em EPA ou DHA (Wang et al., 2006). A debilidade da biossíntese destes ácidos gordos constitui uma grande preocupação, e obriga à sua inclusão na dieta alimentar, através de suplementos ou do consumo de alimentos naturalmente ricos ou enriquecidos em EPA e DHA, de forma a equilibrar a razão  $\omega 3/\omega 6$ .

Esta preocupação resulta do papel importante que o EPA e o DHA têm para a saúde humana. O DHA encontra-se particularmente concentrado no cérebro, onde está envolvido na sinalização neuronal, e na retina, onde contribui para a qualidade visual. A acumulação de DHA no cérebro fetal ocorre principalmente durante o último trimestre da gravidez e continua a taxas muito elevadas até o final do segundo ano de vida. Deste modo, é vital que mulheres grávidas e lactantes, assim como bebés, consumam DHA pré-formado suficiente para permitir o correto desenvolvimento do cérebro e dos olhos (Lauritzen et al., 2015; Calder, 2016).



**Figura 1.14. Vias metabólicas de dessaturação e alongamento dos ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico (adaptado de Vaz et al., 2006 e Yaqoob & Calder, 2007).**

A incorporação dos  $\omega$ 3PUFA nos fosfolípidos das membranas parece ter um efeito benéfico na prevenção de doenças cardiovasculares (Wang et al., 2006; Yagi et al., 2017, Innes & Calder, 2020). O potencial do EPA e do DHA para reduzir o risco de doença cardiovascular foi reconhecido pela primeira vez em estudos realizados em diversas populações da Groenlândia, onde se identificou que a baixa taxa de mortalidade por enfarte do miocárdio e cardiopatia isquêmica estava ligada a elevados níveis de ingestão destes dois ácidos gordos (Innes & Calder, 2020). Os mecanismos subjacentes ao efeito cardioprotetor dos  $\omega$ 3PUFA não são totalmente compreendidos, podendo incluir a alteração da fluidez e da sinalização através das membranas, modulação do funcionamento dos canais iônicos da membrana (Endo & Arita, 2016), bem como a redução da hipertrigliceridemia (Oscarsson & Hurt-Camejo, 2017; Innes & Calder, 2020), da tensão arterial, da vasoconstrição e da agregação plaquetária (Innes & Calder, 2020), bem como através de efeitos anti-inflamatórios (Endo & Arita, 2016; Innes & Calder, 2020). Além disso, o consumo de  $\omega$ 3PUFA, também parece ter efeitos benéficos na saúde ocular (SanGiovanni et al., 2007), na prevenção ou tratamento de artrite e outros distúrbios inflamatórios e autoimunes (Simopoulos, 2002),

bem como de certos tipos de neoplasias (Zanoaga et al., 2018). O baixo consumo alimentar de  $\omega$ 3PUFA tem sido implicado no desenvolvimento de doenças neuropsiquiátricas, abrangendo domínios específicos, incluindo desenvolvimento, neurodegeneração, cognição ou neuroinflamação (Liu et al., 2015).

Os eicosanóides são considerados derivados oxidados de ácidos gordos de 20 carbonos, sendo sintetizados a partir dos fosfolípidos existentes nas membranas plasmáticas (Calder, 2015). Estes compostos, que incluem prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos, agem como hormonas locais, atuando como mediadores e reguladores de processos inflamatórios, com ações que incluem a indução da febre, aumento da vasodilatação e permeabilidade vascular, ativação da percepção da dor e estimulação da coagulação sanguínea por alteração da capacidade de agregação das plaquetas (Gallagher, 2008; Innes & Calder, 2018).

Devido à sua prevalência nos fosfolípidos das membranas das células envolvidas nos processos inflamatórios, o ácido araquidónico é geralmente o principal substrato para a síntese de eicosanóides (Calder, 2015). Os eicosanóides derivados do ácido araquidónico são biologicamente ativos em pequenas quantidades e, se forem formados em grandes quantidades, contribuem para a formação de trombos e ateromas, bem como de distúrbios alérgicos e inflamatórios, principalmente em pessoas suscetíveis (Simopoulos, 2009). Por outro lado, os eicosanóides derivados do EPA têm uma estrutura diferente dos produzidos a partir do ácido araquidónico, o que os torna em geral menos potentes (Calder, 2015; Simopoulos, 2009 e 2016). Deste modo, a presença de EPA e DHA nos fosfolípidos das membranas das células envolvidas nos processos de inflamação, pode levar a uma diminuição dos mediadores de inflamação derivados do ácido araquidónico, devido à diminuição da presença deste ácido (Calder, 2015). Por outro lado, a incorporação de EPA e DHA nas membranas celulares parece levar a outros efeitos anti-inflamatórios relacionados com a regulação da expressão genética pró-inflamatória e produção de mediadores lipídicos com potencial de resolução da inflamação (resolvinas, protectinas e maresinas) (Calder, 2015; Endo & Arita, 2016).

O Painel sobre Produtos Dietéticos, Nutrição e Alergias da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) recomenda que a ingestão média diária de lípidos se situe entre os 20 e os 35% do total energético, podendo este valor chegar aos 40% no caso das crianças com idade inferior a 3 anos (EFSA, 2017a). No entanto, uma vez que os efeitos para a saúde associados ao consumo dos diferentes tipos de ácidos gordos são distintos, o mesmo painel estabeleceu valores de referência diferentes para SFA, MUFA e PUFA. Assim, em relação aos SFA, dado que podem ser sintetizados pelo organismo e dado que existe uma relação positiva entre o aumento da sua ingestão e o aumento da concentração plasmática de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), havendo ainda evidências de que a sua substituição por  $\omega$ 6PUFA (sem alterar a ingestão total de gordura) leva à diminuição da ocorrência de acidentes

cardiovasculares, o painel decidiu estabelecer que a dose diária de SFA deveria ser tão baixa quanto possível (EFSA, 2010a e 2017a). Quanto aos MUFA, uma vez que também são sintetizados pelo organismo, não tendo um papel específico conhecido na prevenção ou promoção de doenças relacionadas com a dieta, o painel decidiu não definir nenhum Valor de Referência para a ingestão deste tipo de ácidos gordos (EFSA, 2010a e 2017a).

Finalmente, em relação aos PUFA, o painel estabeleceu que o ácido linoleico deveria representar 4% do total energético, considerando que se trata de um ácido gordo essencial, necessário para manter a integridade metabólica, e ainda a existência de uma relação negativa entre a ingestão deste ácido e a concentração sanguínea de colesterol LDL, bem como a existência de uma relação positiva entre a ingestão deste ácido e a concentração sanguínea de colesterol associado a lipoproteínas de alta densidade (HDL). Já em relação aos  $\omega$ 3PUFA, o painel estabeleceu um valor de 0,5% do total energético, como valor adequado para o ácido  $\alpha$ -linolénico, por ser um ácido gordo essencial, necessário para manter a integridade metabólica. No entanto, considerando a baixa eficiência na biossíntese de EPA e de DHA e a já referida importância destes dois ácidos, o painel recomendou, a partir dos dois anos de idade, a ingestão diária de 250 mg de EPA e DHA como forma de prevenir a ocorrência de doenças cardiovasculares. Já no caso das grávidas e lactantes, a EFSA recomenda que esta ingestão seja reforçada com mais 100 a 200 mg/dia de DHA, para compensar a acumulação de DHA na gordura corporal do feto. No caso das crianças com menos de dois anos é recomendada uma ingestão diária de 100 mg de DHA (EFSA, 2010a e 2017a).

De forma a poder avaliar a propensão da dieta para influenciar a incidência de doença cardíaca coronária, Ulbricht & Southgate (1991) estabeleceram dois índices: o índice de aterogenicidade (IA) e o índice de trombogenicidade (IT). Estes dois índices foram estabelecidos levando em consideração os efeitos das diversas famílias de ácidos gordos em parâmetros, tais como, por exemplo, o nível de colesterol-LDL, a agregação plaquetária ou a vasoconstrição, que se sabe estarem relacionados com o desenvolvimento deste tipo de doenças (Ulbricht & Southgate, 1991). Os índices IA e IT resultam da proporção relativa dos teores das diversas famílias de ácidos gordos presentes na gordura de um determinado alimento, sendo que, quanto mais baixos forem estes índices menor será a propensão da gordura desse alimento para promover as doenças cardiovasculares.

O perfil de ácidos gordos no peixe varia consideravelmente de acordo com o estado de maturação, a temperatura, a salinidade e a disponibilidade alimentar, fatores estes que, por sua vez, são influenciados pela área geográfica e pela estação do ano (Bandarra et al., 2001). Diversos estudos mostram que valores mais baixos da temperatura da água resultam, geralmente, numa menor acumulação de SFA e no aumento da proporção de ácidos gordos insaturados. Também a salinidade tem mostrado conseguir influenciar não só o teor em gordura total, sendo este, de uma forma geral, mais elevado quando a salinidade é também

mais elevada, mas também a composição em ácidos gordos (revisto em Tilami & Sampels, 2017).

Apesar de todas estas variações, de uma forma geral, o pescado possui um teor de ácidos gordos saturados bastante inferior ao de ácidos gordos insaturados (Bandarra et al., 2001), ao contrário da carne onde os ácidos gordos saturados têm uma maior expressão (Almeida & Afonso, 1997) (Tabela 1.14). Assim, os lípidos dos peixes diferem dos lípidos dos mamíferos. A principal diferença é que os lípidos dos peixes incluem até 40% de ácidos gordos de cadeia longa (14-22 átomos de carbono) altamente insaturados, enquanto que a gordura dos mamíferos raramente contém mais do que duas ligações duplas por molécula de ácido gordo (Huss, 1995).

Na gordura dos produtos da pesca, tal como na gordura da maioria dos animais, os SFA predominantes são o C16:0 e o C18:0, embora possa ser encontrada uma gama de SFA com cadeias entre os 12 e os 24 átomos de carbono. Já em relação aos MUFA, os mais abundantes nos lípidos do pescado são, normalmente, o ácido palmitoleico (C16:1 $\omega$ 7) e o ácido oleico (C18:1 $\omega$ 9). No entanto, nos peixes também se encontram abundantemente os ácidos C20:1 $\omega$ 9 e C22:1 $\omega$ 11. Por outro lado, os principais PUFA do pescado são o ácido araquidónico (C20:4 $\omega$ 6), ácido linoleico (C18:2 $\omega$ 6), EPA (20:5 $\omega$ 3), DHA (C22:6 $\omega$ 3) e ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:2 $\omega$ 3) (Tocher, 2012). Particularmente importantes são os  $\omega$ 3PUFA, especialmente o EPA e DHA, que em muitos casos chegam a representar mais de 85% do total de PUFA (IPMA, 2020a). Na Tabela 1.15 encontra-se a nomenclatura abreviada, nome sistemático, nome comum e fórmula estrutural de alguns dos principais ácidos gordos presentes nos produtos da pesca.

**Tabela 1.14. Composição média em ácidos gordos (g/100 g de parte edível) de diferentes tipos de carne e pescado (adaptado de INSA, 2020)**

Alimento	Saturados	Monoinsaturados	Polinsaturados
Bife de vaca	1,8	1,8	0,2
Carne de vaca para cozer	6,1	7,1	0,5
Lombo de porco	1,6	1,6	0,8
Entrecosto de porco	4,2	4,1	2,0
Frango inteiro com pele	3,2	4,5	2,8
Peito de frango sem pele	0,3	0,4	0,2
Costeleta de carneiro	3,2	2,4	0,3
Sardinha gorda	4,7	4,0	5,6
Bacalhau fresco	0,1	0,1	0,2
Pescada Europeia	0,1	0,1	0,3
Salmão	4,2	10,0	5,1
Carapau	0,7	0,8	0,9
Polvo	0,3	0,1	0,6
Sapateira	0,5	0,9	1,4

**Tabela 1.15. Classificação dos principais ácidos gordos presentes nos produtos da pesca (IPMA, 2020b)**

Nomenclatura abreviada	Nome sistemático	Nome comum	Fórmula estrutural
<b>C14:0</b>	Ác. tetradecanóico	Ác. mirístico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
<b>C16:0</b>	Ác. hexadecanóico	Ác. palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
<b>C18:0</b>	Ác. octadecanóico	Ác. esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
<b>C16:1<math>\omega</math>7</b>	Ác. cis -9-hexadecenóico	Ác. palmitoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
<b>C18:1<math>\omega</math>9</b>	Ác. cis -9-octadecenóico	Ác. oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
<b>C18:2<math>\omega</math>6</b>	Ác. 9,12-octadecadienóico	Ác. linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
<b>C18:3<math>\omega</math>3</b>	Ác. 9,12,15-octadecatrienóico	Ác. $\alpha$ -linolénico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=(\text{CHCH}_2\text{CH}_2)_2=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
<b>C20:4<math>\omega</math>6</b>	Ác. 5,8,11,14-eicosatetraenóico	Ác. araquidónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
<b>C20:5<math>\omega</math>3</b>	Ác. 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico	EPA	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
<b>C22:6<math>\omega</math>3</b>	Ác. 4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico	DHA	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_6(\text{CH}_2)\text{COOH}$

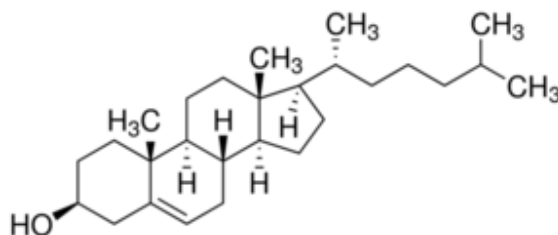
Na nomenclatura abreviada indica-se o tamanho da cadeia carbonada: número de insaturações: posição da primeira insaturação a contar do carbono  $\omega$ . Ác.) Ácido.

Os peixes marinhos apresentam, regra geral, teores mais elevados de  $\omega$ 3PUFA do que os peixes de água doce. Da mesma forma, os peixes selvagens também apresentam, regra geral, teores de  $\omega$ 3PUFA superiores aos peixes de aquacultura. Estas diferenças prendem-se, essencialmente, com diferenças nos alimentos disponíveis. Diversos estudos mostram que os peixes de água doce conseguem converter mais facilmente o ácido  $\alpha$ -linolénico em EPA e DHA do que os peixes marinhos. Portanto, o facto de os peixes marinhos apresentarem um nível mais elevado nestes ácidos, parece refletir a abundância de EPA e de DHA no ambiente marinho, que resulta destes ácidos serem produzidos principalmente por diatomáceas e flagelados, que se encontram na base da cadeia alimentar (Tocher, 2012). Por outro lado, em relação aos peixes de aquacultura, esta diferença parece refletir o baixo teor em  $\omega$ 3PUFA existente nas rações, onde se inclui com frequência óleos vegetais, ricos em  $\omega$ 6PUFA, em substituição de óleos de peixe devido à escassez destes últimos (Tilami & Sampels, 2017). Diferentes estratégias têm vindo a ser estudadas para resolver este problema. Assim, algas, insetos, microalgas, plâncton, peixes mesopelágicos e biomassa fúngica têm sido investigados como possíveis substitutos do óleo de peixe nas rações dos peixes de aquacultura (revisto em Tilami & Sampels, 2017).

O elevado teor em  $\omega$ 3PUFA nos produtos da pesca contribui, de forma significativa, para a sua elevada qualidade nutricional, fazendo com que o consumo regular destes alimentos possa contribuir para equilibrar a razão  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 da dieta e, desta forma, contribuir para a promoção da saúde (Simopoulos, 2009 e 2016; Tocher, 2012).

#### 1.4.3.2 Colesterol

O colesterol (Figura 1.15) é um álcool policíclico presente nos alimentos de origem animal. Apesar de estar incluído nas gorduras alimentares, o colesterol não serve de substrato para obtenção de energia, mas desempenha um papel central em diversos processos metabólicos (EFSA, 2010a).



**Figura 1.15. Estrutura química do colesterol**

O colesterol serve de base para a biossíntese de todos os compostos esteroides no organismo humano, incluindo as hormonas esteroides, como a progesterona, testosterona, estrogénios, cortisol ou aldosterona, e os sais biliares, como o glicocolato ou o taurocolato. O colesterol é também um precursor da vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol). O colecalfiferol forma-se a partir da ação da radiação ultravioleta sobre o 7-desidrocolesterol existente na pele (Stryer, 1992). O colesterol é um dos principais constituintes da membrana plasmática da maioria das células eucarióticas, onde desempenha diversas funções. Assim, o colesterol regula a fluidez, aumenta a espessura e estabelece a barreira de permeabilidade da membrana. O colesterol é distribuído de maneira não aleatória nas diversas membranas celulares e desempenha um papel crucial na formação de microdomínios de membrana, afetando a atividade de diversas proteínas membranares, quer de forma direta, ao interagir diretamente com as proteínas, quer de forma indireta, ao influenciar o estado biofísico da membrana (Gimpl, 2010).

O colesterol pode ser obtido a partir da dieta ou sintetizado *de novo*, sendo que a taxa biossíntese é controlada pelo nível de colesterol na dieta. Por ser altamente hidrofóbico o colesterol é transportado no sangue por lipoproteínas de densidade diferente. As lipoproteínas de baixa densidade (LDL) transportam o colesterol para os tecidos, enquanto que as lipoproteínas de alta densidade (HDL) captam o colesterol que é libertado no plasma, devido à morte celular ou aos processos de renovação das membranas, e transportam-no para o fígado para catabolismo e excreção (Streyer, 1992). No entanto, durante esse complexo processo metabólico, outras moléculas, como hormonas, vitaminas ou proteínas, são

incorporadas nas partículas de HDL e transportadas para órgãos distais, provavelmente contribuindo para a manutenção da saúde cardiovascular (Ben-Aicha et al., 2020).

De modo oposto, as LDL, bem como as lipoproteínas de muito baixa densidade contendo triacilgliceróis, fluem livremente através da barreira do endotélio, podendo interagir e ficar retidas na matriz extracelular. A retenção de partículas de lipoproteínas na parede arterial provoca um processo inflamatório complexo que leva ao início de um ateroma. Com o passar do tempo, e à medida que partículas adicionais de lipoproteínas ficam retidas na parede da artéria, o ateroma vai aumentando gradualmente, levando à formação de placas ateroscleróticas cada vez maiores e mais complexas. Assim, a manutenção de níveis lipídicos ideais é uma medida importante para a manutenção da saúde cardiovascular (FERENCE et al., 2018).

Embora exista uma correlação positiva entre a ingestão de colesterol na dieta e as concentrações sanguíneas de colesterol LDL, a EFSA decidiu não impor um valor de referência para a ingestão deste esterol, considerando que a ingestão de gordura saturada constitui o principal determinante na dieta para as concentrações sanguíneas de colesterol LDL. Sendo assim, e considerando que o colesterol na dieta é obtido de alimentos que normalmente também são fontes significativas de ácidos gordos saturados, a EFSA considerou suficiente propor um valor de referência para a ingestão de SFA (EFSA, 2010a e 2017a). Tal como a EFSA, a maioria das Autoridades competentes não fornece um valor de referência para o consumo de colesterol, mas, quando o fazem, o conselho é que esse valor não exceda os 300 mg/dia (EUFIC, 2015).

A Tabela 1.16 mostra os teores de colesterol em diferentes tipos de carne, peixe, moluscos e crustáceos. Como pode verificar-se, o peixe apresenta, de uma forma geral, teores de colesterol inferiores aos da carne. Contudo, o teor de colesterol apresentado pelos cefalópodes e pelos crustáceos, pode alcançar valores mais elevados. No entanto, conforme anteriormente referido, o elevado teor em taurina normalmente presente nestes alimentos, pode ajudar a contrabalançar o elevado teor em colesterol (Elvevoll et al., 2008).



**Tabela 1.16. Teor médio de colesterol (mg/100 g de parte edível) de diferentes tipos de carne e pescado (adaptado de INSA, 2020)**

Alimento	Colesterol (mg/100g)	Alimento	Colesterol (mg/100g)
Bife de vaca	61	Pescada Europeia	19
Lombo de porco	58	Salmão	40
Entrecosto de porco	66	Carapau	36
Frango inteiro com pele	99	Polvo	64
Peito de frango sem pele	70	Lula	140
Costeleta de carneiro	66	Camarão	154
Sardinha gorda	20	Lagostim	68
Bacalhau fresco	44	Sapateira	78

O teor em colesterol não parece relacionar-se com o teor total em lípidos e pode apresentar variações consideráveis entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie, não se conseguindo estabelecer correlações entre o teor em colesterol e a época ou o local de captura (Oehlenschläger, 2006).

#### 1.4.4. Hidratos de carbono

Os hidratos de carbono são compostos orgânicos, formados por carbono, hidrogénio e oxigénio na proporção de  $C:O:H_2$ . Estes compostos são elaborados pelos organismos autotróficos, como plantas e algas, por intermédio da fotossíntese. O Homem e outros animais obtêm os hidratos de carbono a partir da ingestão de alimentos que contêm estes nutrientes (Frary & Johnson, 2008). Os hidratos de carbono são o substrato energético privilegiado, que pode ser utilizado por todas as células do organismo humano (1 g fornece 4 kcal). Para além da função energética, os hidratos de carbono têm também uma função plástica, sendo constituintes de moléculas como os ácidos nucleicos ou os mucopolissacarídeos (Almeida & Afonso, 1997).

Os hidratos de carbono encontram-se em quase todos os alimentos de origem vegetal, sendo pouco abundantes nos alimentos de origem animal com exceção do leite (Almeida & Afonso, 1997). O teor de açúcares no pescado é muito baixo, representando regra geral menos de 0,5%, podendo ser encontrado sob a forma de glicogénio ou como parte integrante dos ácidos nucleicos (Huss, 1995). Os bivalves constituem uma exceção a esta regra, podendo apresentar um teor em hidratos de carbono um pouco mais elevado, com valores entre os 2 e os 4% (Almeida & Afonso, 1997; INSA, 2020).

Apesar de não fazerem parte da porção edível do pescado o quitosano, polissacárido derivado do exoesqueleto de crustáceos, e o sulfato de condroitina, derivado do tecido cartilágneo de elasmobrânquios, têm vindo a despertar interesse e a ser objeto de várias aplicações biotecnológicas, farmacêuticas e médicas (Larsen et al., 2011). O sulfato de condroitina tem mostrado um efeito benéfico

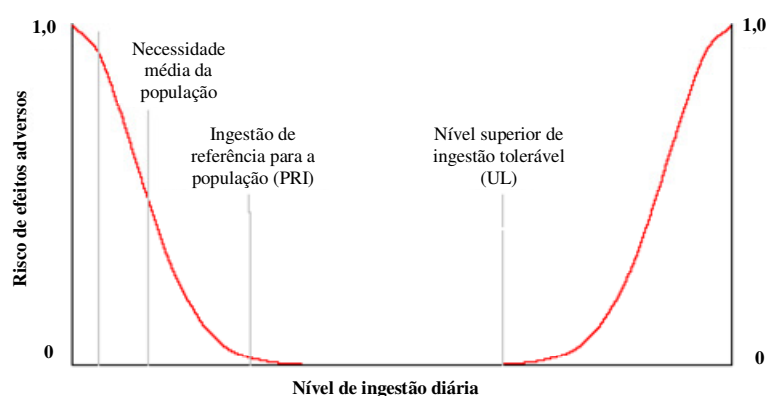
no tratamento da osteoartrite, através da estimulação da produção de matriz extracelular por condrócitos, efeito anti-inflamatório e por inibição da degeneração da cartilagem (Larsen et al., 2011). Já o quitosano e compostos à base de quitosano têm sido testados em inúmeras aplicações, tais como, por exemplo, em sistemas de libertação controlada de fármacos, engenharia de tecidos, preparação de implantes e de lentes de contato, cicatrização de feridas, aditivos alimentares antimicrobianos, materiais antibacterianos para embalagens de alimentos e têxteis antibacteriano (revisto em Shariatinia, 2019).

#### **1.4.5. Minerais**

Alguns minerais são nutrientes essenciais, uma vez que não podem ser sintetizados pelo Homem, mas desempenham múltiplas funções no organismo, tais como, por exemplo, participação na catálise enzimática ao serem cofatores de diversas enzimas, terem atividade de regulação metabólica ao serem constituintes de hormonas, participarem na transmissão do impulso nervoso, serem fundamentais para a contracção muscular, para a manutenção do equilíbrio electrolítico ou para a formação de dentes e ossos (Almeida & Afonso, 1997). Conforme as necessidades diárias, os minerais podem dividir-se em macrominerais, quando as necessidades diárias ultrapassam os 100 mg (Ca, P, Mg, Na, K, Cl e S), e microminerais ou oligoelementos, quando as necessidades diárias são menores do que 15 mg (Fe, Zn, I, Se, Mn, F, Mo, Cu, Cr, Co e B) (Gallagher, 2008).

A ingestão diária dos diversos minerais deve ser criteriosamente balanceada, uma vez que, por serem essenciais, a sua carência provoca efeitos negativos na saúde, mas, em algumas situações, o seu excesso também pode levar ao aparecimento de efeitos nocivos (EFSA, 2006; Gallagher, 2008). Em grande parte das situações, esses efeitos nocivos não resultam diretamente do excesso de consumo desses minerais através dos alimentos, mas aparecem associados a problemas genéticos, a excesso de suplementação ou a casos de contaminação dos alimentos ou da água com esses minerais (EFSA, 2006). A EFSA tem vindo a estabelecer valores nutricionais de referência para minerais e vitaminas. Estes valores indicam as doses de cada nutriente que necessitam de ser ingeridas, ou que não devem ser excedidas, de modo a manter a população saudável. Assim, os valores nutricionais de referência incluem, entre outros, o nível superior de ingestão tolerável (UL, do inglês *upper limit*), que representa a dose máxima de um dado nutriente que pode ser consumida de forma segura durante um período de tempo prolongado (EFSA, 2006 e 2010b); a ingestão de referência para a população (PRI, do inglês *Population Reference Intake*), que representa a ingestão de um dado nutriente que satisfaz as necessidades diárias da maioria (95 ou 97,5%) dos indivíduos de uma população; e a ingestão adequada (AI, do inglês *Adequate Intake*), que representa a dose que se supõe ser necessária para assegurar a saúde da população mas que é estimada a partir da observação de pequenos grupos de indivíduos saudáveis. Na realidade, os dois últimos parâmetros têm um

significado semelhante, mas resultam da aplicação de diferentes metodologias. A PRI só pode ser determinada quando se conhecem mais dados sobre as necessidades de toda população, nomeadamente quando se conhece o nível de ingestão necessário para satisfazer as necessidades fisiológicas de metade da população, considerando um provimento adequado de todos os outros nutrientes (necessidade média da população) (Figura 1.16) (EFSA, 2010b e 2017a).



**Figura 1.16. Relação entre o nível de ingestão e o risco de desenvolvimento de efeitos adversos por carência ou por excesso de micronutrientes (adaptado de EFSA, 2010b).**

Na tabela 1.17 apresenta-se, de uma forma breve, as principais funções fisiológicas dos diversos minerais, os efeitos adversos que resultam da sua carência ou do seu consumo em excesso, bem como os valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.

**Tabela 1.17. Minerais essenciais: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Minerais</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Cálcio (Ca)	PRI: 950 mg/dia <sup>1</sup> UL: 2500 mg/dia <sup>2</sup>	Mineral mais abundante no corpo humano, encontrando-se cerca de 99% nos ossos e dentes. O restante 1% encontra-se nos fluidos e células do organismo onde atua como mensageiro intracelular essencial nas células e tecidos, participando em diferentes funções metabólicas, como, por exemplo, no transporte através das membranas, transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular ou coagulação sanguínea. <sup>2, 3, 4, 5</sup>	Problemas na formação e manutenção dos ossos, osteomalácia e osteoporose. A sua carência pode também contribuir para o desenvolvimento de cancro do colón e hipertensão, aterosclerose, doença de Alzheimer, distrofia muscular e diabetes tipo 2. <sup>2, 3, 4, 5</sup>	Dose elevadas (superiores a 2500 mg/dia), especialmente quando em combinação com elevados níveis de vitamina D, podem levar a hipercalcemia e à calcificação dos tecidos moles, especialmente dos rins. O excesso de cálcio pode causar interferência com a absorção de outros minerais como o Zn, Fe, Mg e P, estando ainda associado ao desenvolvimento de pedras nos rins. <sup>2, 3, 4, 5</sup>
Fósforo (P)	AI: 550 mg/dia <sup>1</sup> UL: Não definido <sup>2</sup>	Cerca de 85% é encontrado na porção inorgânica dos ossos e dentes. O fósforo é um componente de todas as células, sendo constituinte de moléculas como os ácidos nucleicos, fosfolipídios e ATP. O fósforo também é importante para a regulação do pH no corpo humano e para na regulação e sinalização celular. <sup>2, 3, 4, 6</sup>	A carência é rara na população em geral e está associada ao aparecimento de anorexia, anemia, fraqueza muscular, dor óssea, raquitismo e osteomalácia, aumento da suscetibilidade à infeção, parestesia, ataxia, confusão e até morte. <sup>2, 4, 6</sup>	Doses diárias até 3000 mg não parecem provocar efeitos adversos em indivíduos saudáveis. No entanto, em alguns casos foram relatados sintomas gastrointestinais leves, como diarreia osmótica, náusea e vômito em indivíduos em que a dose diária foi suplementada em 750 mg de fósforo por dia. <sup>2, 6</sup>
Magnésio (Mg)	AI: 350 (homens)-300 (mulheres) mg/dia <sup>1</sup> UL: 250 mg/dia para sais de magnésio rapidamente dissociáveis presentes em suplementos ou adicionados a alimentos e bebidas. <sup>2</sup>	Encontra-se na estrutura óssea, é cofator de inúmeras reações enzimáticas, nomeadamente das que envolvem a síntese ou a utilização de ATP. É importante na formação do cAMP, que constitui um importante mensageiro secundário. Entre outras funções conhecidas, o magnésio desempenha um papel fundamental na contração e relaxamento muscular, modulação da permeabilidade e do potencial elétrico das membranas nervosas e musculares. <sup>3, 4, 7</sup>	Embora rara a carência de magnésio pode causar hipocalcemia e hipocalemia e tem vindo a ser associada a debilidade muscular, depressão, vertigens, anorexia, náuseas, vômitos e tetania. <sup>3, 4, 7</sup>	A ingestão de suplementos de magnésio na forma de sais rapidamente dissociáveis pode levar ao aparecimento de diarreia leve. Hipermagnesemia tóxica, associada a hipotensão ou fraqueza muscular pode ser observada após ingestão de doses superiores a 2 500 mg. <sup>2</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; nd\*) O painel de avaliação não definiu o valor por falta de dados; na) Não avaliado; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenger, 2008; 5) EFSA, 2015a; 6) EFSA, 2015b; 7) EFSA, 2015c; 8) EFSA, 2016a; 9) EFSA, 2019; 10) EFSA, 2015d; 11) EFSA, 2014a; 12) EFSA, 2015e; 13) EFSA, 2014b; 14) EFSA, 2014c; 15) EFSA, 2013a; 16) EFSA, 2014d; 17) IARC, 2020; 18) Zambelli et al., 2016.

**Tabela 1.17 (continuação). Minerais essenciais: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Minerais</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Potássio (K)	AI: 3500 mg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Principal catião do meio intracelular. Age no balanço e distribuição da água, na manutenção do equilíbrio ácido base e no estabelecimento do potencial de membrana que suporta a atividade elétrica das fibras nervosas e musculares. Participa na secreção hormonal, regulação da síntese de proteínas e glicogénio, controle da pressão sanguínea e em diversas reações enzimáticas. <sup>3, 8</sup>	A carência é rara dada a elevada quantidade de potássio presente na generalidade dos alimentos. Nos casos em que ocorre a hipocalemia está geralmente associada ao desenvolvimento de arritmias cardíacas e morte súbita. <sup>8</sup>	O excesso de potássio é raro e pode manifestar-se por fraqueza, náuseas, vômitos e diarreia podendo, nos casos mais severos, levar a arritmias cardíacas potencialmente letais. <sup>8</sup>
Sódio (Na)	AI: 2 000 mg/dia <sup>9</sup> UL: nd <sup>9</sup>	É o principal catião do meio extracelular. Contribui para o controlo do volume e da distribuição da água, é importante para a transmissão eletroquímica no músculo e para a permeabilidade celular. <sup>3, 9</sup>	A carência é muito rara. Quando ocorre pode manifestar-se por sintomas neurológicos graves, que podem progredir de mal-estar, náusea, vômito e dor de cabeça até letargia, perda da consciência, convulsões e coma. <sup>9</sup>	O excesso causa retenção de água, aumento da pressão arterial e do risco de acidente vascular cerebral. Embora não seja cancerígeno, o excesso parece relaciona-se com o cancro gástrico. <sup>3, 9</sup>
Ferro (Fe)	PRI: Homens: 11 mg/dia <sup>1</sup> Mulheres pré-menopausa: 16 mg/dia <sup>1</sup> Mulheres pós-menopausa: 11 mg/dia <sup>1</sup>  UL: nd <sup>9</sup>	É um componente da hemoglobina e mioglobina e é importante no transporte e armazenamento de oxigénio. É componente ativo de diversas enzimas, como os citocromos ou a catalase, sendo importante para a transferência eletrónica, metabolismo energético e múltiplas vias metabólicas. Fundamental para o crescimento, desenvolvimento intelectual e imunocompetência. <sup>3, 4, 10</sup>	Anemia ferropénica, apatia, irritabilidade e fraqueza. A carência de ferro constitui um fator de risco para o aumento da concentração sanguínea de chumbo e de cádmio, provavelmente por facilitar a sua absorção. <sup>3, 4, 10</sup>	Alguns estudos sugerem que o excesso de ferro possa contribuir para um ambiente oxidativo que favoreça a ocorrência de danos nos vasos arteriais e leve a que sejam geradas quantidades excessivas de radicais livres potencialmente cancerígenos. A ingestão de doses muito elevadas pode causar danos agudos ao nível gastrointestinal, hepático, pancreático e cardiovascular. <sup>2, 3, 4, 10</sup>
Zinco (Zn)	PRI, dependendo do nível de fitato <sup>1</sup> : Homens: 9,4 - 16,3 mg/dia Mulheres: 7,5 - 12,7mg/dia UL: 25 mg/dia <sup>2</sup>	Está presente em todas as células e desempenha funções estruturais, catalíticas e regulatórias. Constituinte de muitas enzimas, participa em múltiplas vias metabólicas e controla a expressão de múltiplos genes. Mantém a configuração de diversas proteínas, como grânulos pré-secretores de insulina. <sup>2, 3, 4, 11</sup>	Atraso no crescimento, imaturidade sexual, diminuição da acuidade gustativa e olfativa, queda de cabelo, dificuldade de cicatrização e lesões cutâneas, alterações imunológicas. <sup>3, 4, 11</sup>	A elevada ingestão de zinco interfere com a absorção do cobre e pode resultar em doenças neurológicas graves atribuíveis à deficiência de cobre. <sup>2, 4, 11</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; nd\*) O painel de avaliação não definiu o valor por falta de dados; na) Não avaliado; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenguer, 2008; 5) EFSA, 2015a; 6) EFSA, 2015b; 7) EFSA, 2015c; 8) EFSA, 2016a; 9) EFSA, 2019; 10) EFSA, 2015d; 11) EFSA, 2014a; 12) EFSA, 2015e; 13) EFSA, 2014b; 14) EFSA, 2014c; 15) EFSA, 2013a; 16) EFSA, 2014d; 17) IARC, 2020; 18) Zambelli et al., 2016.

**Tabela 1.17 (continuação). Minerais essenciais: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Minerais</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Cobre (Cu)	AI <sup>1</sup> : 1,6 mg/dia (homens) 1,5 mg/dia (mulheres)  UL: 5 mg/dia <sup>2</sup>	É um constituinte de muitas enzimas e outras proteínas. Participa na síntese de neurotransmissores, de proteínas do tecido conjuntivo, é necessário para o crescimento infantil, para os mecanismos imunitários, para a maturação de glóbulos vermelhos e brancos entre muitas outras funções. <sup>2, 3, 4, 12</sup>	A carência é rara e normalmente não resulta de deficiência na dieta. Os sintomas clínicos incluem anemia que não responde à suplementação de ferro, neutropenia, alterações neurológicas, da pele, do cabelo e dos ossos, bem como aumento do risco de aneurisma por deficiência na síntese de elastina e colágeno. <sup>2, 3, 4, 12</sup>	Normalmente não ocorre através do consumo dos alimentos, mas pode ocorrer por desordens genéticas ou por situações de contaminação dos alimentos. Os sintomas associados são náuseas, vômitos, diarreia, cirrose hepática e problemas na formação de glóbulos vermelhos. <sup>2, 3, 4, 12</sup>
Iodo (I)	AI: 150 µg/dia <sup>1</sup>  UL: 600 µg/dia <sup>2</sup>	Constituinte das hormonas T3 e T4, sintetizadas pela tireoide. Estas hormonas regulam o metabolismo, a expressão de genes e o crescimento e diferenciação de tecidos, nomeadamente do cérebro. <sup>2, 3, 4, 13</sup>	Estima-se que possa afetar 2 biliões de pessoas no mundo, incluindo na Europa. A carência é mais grave na infância por poder causar problemas no desenvolvimento do cérebro que originam uma baixa cognição, sendo a causa evitável mais comum de atraso mental no mundo. A deficiência crónica conduz ao bócio (aumento da tireoide). <sup>2, 3, 4, 13</sup>	Problemas da tireoide (hipotireoidismo, hipertireoidismo, aumento das doenças autoimunes da tireoide e do risco de cancro da tireoide). <sup>2,3,4, 13</sup>
Selénio (Se)	AI: 70 µg/dia <sup>1</sup>  UL: 300 µg/dia <sup>2</sup>	Constituinte de diversas selenoproteínas que participam nas defesas antioxidante e imunitária, no metabolismo das hormonas da tireoide e metabolismo dos músculos esquelético e cardíaco. <sup>3, 4, 14</sup>	Dores musculares, perturbações cardíacas, osteocondropatia. <sup>3, 4, 14</sup>	Dor de cabeça, perda de cabelo, deformação e perda de unhas, erupção cutânea, queda de dentes e debilidade muscular. <sup>2, 3, 4, 14</sup>
Manganês (Mn)	AI: 3 mg/dia <sup>1</sup>  UL: nd <sup>2</sup>	Constituinte ou cofator de diversos sistemas enzimáticos envolvidos no metabolismo dos lípidos, glúcidos, proteínas e defesa antioxidante. Está associada com a formação de tecido conjuntivo e do esqueleto, o crescimento e a reprodução. <sup>2, 3, 4, 15</sup>	Perda de peso, dermatite passageira, e, ocasionalmente, náuseas e vômitos, mudança na cor e atraso no crescimento do cabelo. Os estudos em animais mostram que a carência provoca alterações no crescimento e no desenvolvimento ósseo e neurológico, esterilidade e perturbações no metabolismo dos lípidos e açúcares. <sup>3, 4, 15</sup>	Perturbações psiquiátricas, tonturas, irritabilidade e descontrolo muscular. <sup>2, 3, 4</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; nd\*) O painel de avaliação decidiu não definir o valor por falta de dados; na) Não avaliado; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenger, 2008; 5) EFSA, 2015a; 6) EFSA, 2015b; 7) EFSA, 2015c; 8) EFSA, 2016a; 9) EFSA, 2019; 10) EFSA, 2015d; 11) EFSA, 2014a; 12) EFSA, 2015e; 13) EFSA, 2014b; 14) EFSA, 2014c; 15) EFSA, 2013a; 16) EFSA, 2014d; 17) IARC, 2020; 18) Zambelli et al., 2016.

**Tabela 1.17 (continuação). Minerais essenciais: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Minerais</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Crómio trivalente (CrIII)	PRI/AI: Não fixado, por falta de evidências de efeitos benéficos, devidos à ingestão de Cr(III), em indivíduos saudáveis. <sup>16</sup> UL: nd <sup>2</sup>	O crómio trivalente (estado em que normalmente se encontra nos alimentos) potencia a ação da insulina e, desta forma, está associado ao metabolismo dos açúcares, lípidos e proteínas. <sup>3, 4, 16</sup>	Apenas observada em doentes sujeitos a nutrição parentérica de longa duração. Os sintomas incluem intolerância à glucose, perda de peso, neuropatia, diminuição do quociente respiratório, aumento dos níveis séricos de triacilgliceróis e alterações no metabolismo do azoto. <sup>2, 3, 16</sup>	Não há evidência de efeitos adversos associados com a ingestão de suplementos de crómio trivalente até doses de 1 mg/dia <sup>16</sup> O crómio hexavalente é cancerígeno para o Homem. <sup>17</sup>
Níquel (Ni)	PRI/AI: na Limitada evidência de que seja essencial <sup>2</sup>  UL: nd <sup>2</sup>	Desempenha papéis biológicos fundamentais nas plantas, bactérias e eucariotos unicelulares. Embora não tenham sido encontradas enzimas contendo níquel em animais superiores, este metal foi considerado como "possivelmente essencial" para animais e seres humanos desde a década de 1970, com base em observações efetuadas em modelos animais. Os motivos dessa essencialidade permanecem obscuros e podem passar pela sua utilização pela microbiota de mamíferos. <sup>18</sup>	Não identificados no Homem. <sup>2</sup>	Pode desencadear situação de dermatite sistémica, que se manifesta como reações eczematosas, além de dores de cabeça, mal-estar, diarreia, febre e artralgia.  Embora haja evidências de que os sais de níquel inalados são cancerígenos em roedores e humanos, a sua ingestão não demonstrou efeitos cancerígenos. <sup>2, 18</sup>
Vanádio (V)	PRI/AI: na Limitada evidência de que seja essencial <sup>2</sup>  UL: nd <sup>2</sup>	Parece desempenhar um papel na regulação de algumas enzimas. Compostos de vanádio têm mostrado ser capazes de imitar a ação da insulina em doentes diabéticos, pelo que, a sua utilização na terapia da diabetes <i>mellitus</i> tem sido considerada. <sup>2</sup>	Não identificados no Homem. <sup>2</sup>	Em animais tem mostrado originar problemas a nível dos rins, baço, pulmões e pressão arterial. No Homem há poucos dados e os sintomas associados prendem-se com problemas gastrointestinais incluindo cólicas e diarreia. <sup>2</sup>
Cobalto (Co)	PRI/AI: na   UL: na	Componente da vitamina B12, essencial para a maturação dos glóbulos vermelhos e para o normal funcionamento celular. Necessário para a ação de enzimas envolvidas na regulação da transcrição do DNA. <sup>4</sup>	Problemas associados com a carência de vitamina B12. <sup>4</sup>	Em animais origina excesso de glóbulos vermelhos, aumento do volume sanguíneo e hiperplasia da medula óssea. <sup>4</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; nd) O painel de avaliação decidiu não definir o valor por falta de dados; na) Não avaliado; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenger, 2008; 5) EFSA, 2015a; 6) EFSA, 2015b; 7) EFSA, 2015c; 8) EFSA, 2016a; 9) EFSA, 2019; 10) EFSA, 2015d; 11) EFSA, 2014a; 12) EFSA, 2015e; 13) EFSA, 2014b; 14) EFSA, 2014c; 15) EFSA, 2013a; 16) EFSA, 2014d; 17) IARC, 2020; 18) Zambelli et al., 2016.

Tal como acontece com os outros nutrientes, também o conteúdo em minerais do pescado pode variar com local de captura e com a época do ano (Huss, 1995). De um modo geral, este teor varia entre 0,8 e 2,0% (IPMA, 2020a). O conteúdo em alguns minerais é maior nos organismos marinhos do que nos animais terrestres. Particularmente, o selénio e o iodo são mais abundantes no pescado do que em carnes, mas também o zinco, magnésio e cálcio apresentam teores elevados em certos produtos da pesca (Larsen, 2011). Assim, de um modo geral, a carne do peixe pode ser considerada uma fonte particularmente valiosa de cálcio e fósforo, mas também de iodo, ferro, cobre e selénio (Huss, 1995; Tilami & Sampels, 2017). Os bivalves, principalmente as ostras, amêijoas, mexilhão e berbigão, são particularmente ricos em ferro e iodo (Almeida & Afonso, 1997), e, especialmente as ostras, são muito ricas em zinco (INSA, 2020).

Concretamente no caso do selénio, alguns estudos mostram que este mineral, quando fornecido pelo pescado, fica mais biodisponível do que quando fornecido por outros alimentos (Tilami & Sampels, 2017). Por outro lado, o selénio tem mostrado poder reduzir a toxicidade do metilmercúrio, um dos contaminantes passíveis de ser veiculados pelo pescado (ver ponto 1.5.3). Os mecanismos de proteção do selénio contra a toxicidade do mercúrio são diversos e parecem incluir a alteração do padrão de distribuição do mercúrio pelos diferentes órgãos e tecidos em presença do selénio, a competição por locais de ligação entre mercúrio e selénio, a formação de um complexo Hg-Se, a conversão de formas tóxicas de mercúrio em formas menos tóxicas e a prevenção de danos oxidativos (Marmelo et al., 2020).

#### **1.4.6. Vitaminas**

As vitaminas são nutrientes orgânicos (diferentes das proteínas, lípidos e glúcidos), não energéticos, necessários em quantidades reduzidas para garantir o normal funcionamento, crescimento, manutenção e reparação dos tecidos e órgãos (Almeida & Afonso, 1997). As funções fisiológicas desempenhadas pelas vitaminas incluem a estabilização das membranas biológicas, serem dadores ou recetores de eletrões ou de átomos de hidrogénio em diversas reações, participarem como coenzimas em diversas vias metabólicas ou regular a expressão genética (Tabela 1.18) (Gallenger, 2008).

Tendo em conta a sua solubilidade, as vitaminas podem dividir-se em vitaminas lipossolúveis, grupo constituído pelas vitaminas A, D, E e K, e vitaminas hidrossolúveis, grupo que inclui todas as outras vitaminas (vitaminas B1, B2, B6, B12, C, niacina, biotina, ácido pantoténico e folato) (Gallenger, 2008). Uma vez que não são sintetizadas pelo Homem, as vitaminas têm de ser fornecidas pelos alimentos. Constituem exceção a esta regra a vitamina D, que pode ser sintetizada na pele após exposição ao sol, a niacina, que pode ser sintetizada a partir do triptofano e as vitaminas K e biotina que podem ser sintetizadas pelas bactérias da flora intestinal (Almeida & Afonso, 1997).



**Tabela 1.18. Vitaminas: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Vitamina</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Vitamina A	PRI: 750 (homens) e 650 (mulheres) µg RE/dia <sup>1</sup> UL: 3000 µg RE/dia <sup>2</sup>	Componente dos pigmentos visuais da retina e essencial para a visão. Regula a expressão de diversos genes envolvidos na diferenciação e desenvolvimento de tecidos fetais e adultos, apoptose, funções reprodutivas e imunológicas, metabolismo dos lípidos e homeostase energética. <sup>3,4,5</sup>	Diminuição da acuidade visual que pode chegar a cegueira. Problemas cutâneos como secura, descamação e queratinização da pele e das mucosas. Atraso no crescimento intrauterino e pós-natal e uma grande variedade de malformações congénitas. Afeta a imunidade e a reprodução. <sup>3,4,5</sup>	Alterações na pele e membranas mucosas. Náuseas, vômitos, distúrbios do sistema músculo esquelético e lesões no fígado. Efeitos teratogénicos. <sup>3,4,5</sup>
Vitamina D	AI: 15 µg/dia <sup>1</sup> (em condições de síntese cutânea mínima). UL: 100 µg/dia <sup>6</sup>	Homeostase do cálcio e do fósforo. Importante para a formação e manutenção dos ossos e dentes. Ação na diferenciação celular e ação antiproliferativa em vários tipos de células. <sup>3,4,7</sup>	Raquitismo nas crianças e osteomalacia nos adultos. A insuficiência prolongada pode levar a baixa densidade mineral óssea podendo, em idosos, principalmente em mulheres pós-menopausa, originar osteoporose. <sup>3,4,7</sup>	Hipercalcemia e calcificação dos tecidos moles, incluindo rins, pulmões e coração. <sup>3,4,7</sup>
Vitamina E	AI: 13 (homens) e 11 (mulheres) mg/dia <sup>1</sup> UL: 270 mg/dia <sup>2</sup>	Antioxidante lipossolúvel, essencial na proteção das lipoproteínas do plasma e dos PUFA das membranas. Manutenção da integridade e a estabilidade das membranas celulares e intracelulares, desempenha um papel importante na estabilidade dos eritrócitos e na transmissão dos impulsos nervosos. <sup>3,4,8</sup>	A deficiência está apenas relatada em indivíduos com problemas na absorção ou transporte de lípidos e pode originar anemia hemolítica, distúrbios neurológicos e alterações oculares. <sup>3,4,8</sup>	Doses muito elevadas parecem comprometer a capacidade de utilização de outras vitaminas lipossolúveis e diminuir a capacidade de coagulação sanguínea, aumentando o risco de hemorragias. <sup>2,4,8</sup>
Vitamina K	AI: 70 µg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Importante para a síntese dos fatores de coagulação sanguínea, metabolismo ósseo e controlo da calcificação dos tecidos moles. <sup>3,4,9</sup>	O principal efeito é o risco de hemorragias. <sup>3,4,9</sup>	Não são conhecidos efeitos adversos no Homem <sup>2,9</sup>
Vitamina C (ácido ascórbico)	PRI: 110 (homens) e 95 (mulheres) mg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Antioxidante solúvel em água. Participa em múltiplas reações enzimáticas, como a biossíntese do colagénio, carnitina, catecolamina, na conversão do colesterol em ácidos biliares e no metabolismo de esteroides. Importante para a absorção do ferro inorgânico e para a resistência a infeções. <sup>3,4,10</sup>	Escorbuto resultante da síntese deficiente de colagénio. O escorbuto caracteriza-se por hemorragias subcutâneas, lesões nas gengivas, fraqueza muscular, perturbações ósseas, dificuldade de cicatrização de feridas, letargia depressão e alterações do humor. <sup>3,4,10</sup>	Problemas gastrointestinais. <sup>2,3,4,10</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; RE) Equivalentes de retinol; nd) Não definido por falta de dados; MJ) Mega joule = 238,83 kcal; NE) Equivalentes de niacina; DFE) Equivalentes de folato na dieta; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenguer, 2008; 5) EFSA, 2015f; 6) EFSA, 2012; 7) EFSA, 2016b; 8) EFSA, 2015g; 9) EFSA, 2017b; 10) EFSA, 2013b; 11) EFSA, 2016c; 12) EFSA, 2017c; 13) EFSA, 2016d; 14) EFSA, 2015h; 15) EFSA, 2014e; 16) EFSA, 2014f; 17) EFSA, 2014g; 18) EFSA, 2014h.

**Tabela 1.18 (continuação). Vitaminas: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Vitamina</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Vitamina B1	PRI: 0,1 mg/MJ <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Cofator de diversas enzimas envolvidas no metabolismo dos açúcares sendo essencial para o metabolismo energético. Necessária para o funcionamento do cérebro e sistema nervoso. <sup>3, 4, 11</sup>	Neurite periférica, insuficiência cardíaca, edemas, fadiga extrema, irritabilidade, esquecimento, má coordenação, distúrbios gastrointestinais, respiração difícil, perda de peso. Distúrbios que incluem formas de beribéri, com manifestações neurológicas e cardiovasculares. <sup>3, 4, 11</sup>	A ingestão excessiva não é possível através da alimentação (diminuição da absorção e aumento da excreção). <sup>2, 3, 11</sup>
Vitamina B2	PRI: 1,6 mg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Parte integrante do FAD e FMN essenciais para a atividade de flavoproteínas envolvidas no metabolismo energético e de outras vitaminas. <sup>3, 4, 12</sup>	Sintomas inespecíficos que incluem, por exemplo, dor de garganta, edema das mucosas faríngeas e orais, glossite, dermatite seborreica, estomatite angular, anemia, fotofobia e transtornos oculares. <sup>3, 4, 12</sup>	Não há estudos que reportem efeitos adversos no Homem. <sup>2, 3, 4, 12</sup>
Vitamina B6	PRI: 1,7 (homens) e 1,6 (mulheres) mg/dia <sup>1</sup> UL: 25 mg/dia <sup>2</sup>	Cofator de mais de 100 enzimas envolvidas essencialmente no metabolismo dos aminoácidos, mas também no metabolismo de neurotransmissores, glucogénio, esfingolípido, hemo e esteroides. <sup>3, 4, 13</sup>	Anemia, fadiga, insónias, irritabilidade, alteração do eletroencefalograma, convulsões, eczema, glossite, dermatite seborreica e estomatite angular. <sup>3, 4, 13</sup>	Ataxia, fraqueza muscular e alterações sensoriais. <sup>2, 3, 4, 13</sup>
Vitamina B12	AI: 4,0 µg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Cofator de enzimas importantes em vários processos metabólicos, como a maturação dos eritrócitos, o metabolismo dos ácidos nucleico e a integridade das bainhas de mielina no sistema nervoso. <sup>3, 4, 14</sup>	Anemia, perturbações neurológicas (incluindo mielopatia, neuropatia e alterações neuropsiquiátricas). <sup>3, 4, 14</sup>	Não há estudos que reportem efeitos adversos no Homem. <sup>2, 3, 4, 14</sup>
Niacina	PRI: 1,6 NE/MJ <sup>1</sup> UL: 10 mg/dia (ácido nicotínico); 900 mg/dia (nicotinamida) <sup>2</sup>	A niacina (ácido nicotínico e à nicotinamida) é o precursor do NAD e NADH, sendo essencial para o funcionamento múltiplas enzimas envolvidas em reações redox, na glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória, síntese de ácidos gordos e esteroides, via das pentoses-fosfato, mobilização de cálcio, sinalização celular e reparação de DNA. <sup>2, 3, 4, 15</sup>	Os sintomas iniciais incluem fraqueza, perda de apetite, distúrbios digestivos e erupções cutâneas. A deficiência severa de niacina e triptofano pode originar pelagra. Os sintomas comuns da pelagra incluem dermatite fotossensível, lesões na pele, dor na língua e na boca, vômitos, diarreia, depressão e demência. A pelagra não tratada resulta em morte por falência multiorgânica. <sup>4, 15</sup>	A niacina na forma de ácido nicotínico livre pode levar a vasodilatação e hipotensão. Em doses mais elevadas o ácido nicotínico também mostrou hepatotoxicidade. A nicotinamida apresenta uma toxicidade significativamente inferior. <sup>2, 4, 15</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; RE) Equivalentes de retinol; nd) Não definido por falta de dados; MJ) Mega joule = 238,83 kcal; NE) Equivalentes de niacina; DFE) Equivalentes de folato na dieta; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenger, 2008; 5) EFSA, 2015f; 6) EFSA, 2012; 7) EFSA, 2016b; 8) EFSA, 2015g; 9) EFSA, 2017b; 10) EFSA, 2013b; 11) EFSA, 2016c; 12) EFSA, 2017c; 13) EFSA, 2016d; 14) EFSA, 2015h; 15) EFSA, 2014e; 16) EFSA, 2014f; 17) EFSA, 2014g; 18) EFSA, 2014h.

**Tabela 1.18 (continuação). Vitaminas: principais funções fisiológicas, efeitos adversos resultantes da sua carência ou consumo excessivo e valores nutricionais de referência para adultos fixados pela EFSA.**

<i>Vitamina</i>	<i>VNR para adultos</i>	<i>Função Fisiológica</i>	<i>Problemas devido a carência</i>	<i>Problemas devido a excesso</i>
Biotina	AI: 40 µg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	Cofator de enzimas envolvidas em carboxilações, sendo importante para diversas vias metabólicas como a gluconeogénese, a síntese de ácidos gordos e o metabolismo dos aminoácidos. <sup>2, 3, 4, 16</sup>	Deficiência muito rara e normalmente associada a problemas de absorção. Os sintomas incluem alopecia, dermatite seborreica e efeitos no sistema nervoso central que se manifestam como depressão, letargia, dores musculares e parestesia. <sup>2, 3, 4, 16</sup>	A ingestão de biotina de todas as fontes não representa um risco à saúde para a população em geral. <sup>2, 3, 4</sup>
Ácido pantoténico	AI: 5 mg/dia <sup>1</sup> UL: nd <sup>2</sup>	É um componente da coenzima A, desempenhando um papel fundamental no metabolismo energético, dos ácidos gordos e aminoácidos. <sup>2, 3, 4, 17</sup>	Sintomas inespecíficos como dor de cabeça, fadiga, insónias, parestesia nas mãos e pés, alterações de humor, distúrbios cardíacos e gastrointestinais. <sup>2, 3, 4, 17</sup>	Toxicidade muito baixa, estando descritos efeitos gastrointestinais menores, como diarreia e retenção de água, com níveis extremamente elevados de ingestão (10 g/dia). <sup>2, 3, 4, 17</sup>
Folato	PRI: 330 µg DFE/ dia <sup>1</sup> UL: 1 mg/dia de ácido fólico sintético <sup>2</sup>	Cofator ou co-substrato em inúmeras reações de transferência de um único átomo de carbono importantes no metabolismo dos aminoácidos, síntese de ácidos nucleicos e processos de metilação. <sup>2, 3, 4, 18</sup>	Comprometimento da síntese de ácidos nucleicos, com redução da divisão celular, que afeta sobretudo as células em rápida divisão como as células do sangue e as células do epitélio gastrointestinal. A carência durante a gravidez pode levar à deficiente formação do tubo neural do feto e, por isso, a anomalias congénitas. <sup>3, 4, 18</sup>	Não é conhecido nenhum efeito adverso resultante do excesso de folato proveniente dos alimentos. Contudo, a ingestão elevada de ácido fólico sintético pode dificultar o diagnóstico de carência de vitamina B12 e aumentar o risco de progressão dos sintomas neurológicos em pacientes com deficiência desta vitamina. <sup>2, 18</sup>

VNR) Valores nutricionais de referência; PRI) Dose de referência para a população; UL) Nível superior de ingestão tolerável; AI) Ingestão adequada; RE) Equivalentes de retinol; nd) Não definido por falta de dados; MJ) Mega joule = 238,83 kcal; NE) Equivalentes de niacina; DFE) Equivalentes de folato na dieta; 1) EFSA, 2017a; 2) EFSA, 2006; 3) Almeida & Afonso, 1997; 4) Gallenger, 2008; 5) EFSA, 2015f; 6) EFSA, 2012; 7) EFSA, 2016b; 8) EFSA, 2015g; 9) EFSA, 2017b; 10) EFSA, 2013b; 11) EFSA, 2016c; 12) EFSA, 2017c; 13) EFSA, 2016d; 14) EFSA, 2015h; 15) EFSA, 2014e; 16) EFSA, 2014f; 17) EFSA, 2014g; 18) EFSA, 2014h.

Tal como para os nutrientes anteriormente referidos, também os teores em vitaminas do pescado podem apresentar variações expressivas de espécie para espécie, e, dentro de uma mesma espécie, ao longo do ano e de tecido para tecido (Murray & Burt, 1983). No entanto, é possível verificar que, de um modo geral, o pescado constitui uma boa fonte de vitaminas lipossolúveis, apresentando teores superiores aos dos animais terrestres, especialmente no caso dos peixes com um teor de gordura mais elevado (Huss, 1995; Venugopal & Shahidi, 1996). As vitaminas A, D, e E encontram-se presentes na carne do pescado, apresentando, no entanto, concentrações geralmente mais elevadas nas vísceras, especialmente no fígado (Rittenschober et al., 2013). A elevada concentração destas vitaminas no fígado de determinados peixes, fez com que os seus óleos, especialmente o óleo de fígado de bacalhau, tenham sido muito recomendados como suplemento alimentar, sobretudo para as crianças (Almeida & Afonso, 1997).

O pescado é igualmente considerado um bom fornecedor de vitaminas hidrossolúveis, com exceção da vitamina C. Estas vitaminas, embora presentes na pele, fígado e intestino, encontram-se distribuídas de uma maneira mais uniforme, sendo que o músculo contém, geralmente, mais da metade da quantidade total presente no peixe. As ovas, quando presentes, também são uma boa fonte de vitaminas hidrossolúveis (Murray & Burt, 1983). O pescado apresenta normalmente níveis mais elevados das vitaminas B1, B2, B6, niacina e ácido pantoténico, encontrando-se as outras em quantidades mais baixas (Murray & Burt, 1983; Venugopal & Shahidi, 1996; Belitz et al., 2009; INSA, 2020). No entanto, apesar disso, o pescado é também considerado uma boa fonte de vitamina B12 (Larsen et al., 2011; Rittenschober et al., 2013; Tilami & Sampels, 2017).

### **1.5. Riscos associados ao consumo de pescado**

Apesar do seu elevado valor nutricional, e de todos os benefícios que pode trazer para a saúde dos consumidores, o consumo de pescado também pode acarretar alguns riscos. Esses riscos estão essencialmente relacionados com a possibilidade de contaminação química e microbiológica do pescado, que pode ocorrer devido à contaminação das águas, a condições inadequadas de higiene ou de conservação desde a captura até chegar ao consumidor ou ainda a compostos químicos que podem formar-se como resultado do procedimento de conservação ou processamento térmico (Tabela 1.19).

**Tabela 1.19. Exemplos de perigos químicos e biológicos que podem contaminar o pescado.**

Classe de perigo	Exemplos
<b>Contaminação biológica</b>	Bactérias patogénicas, vírus, helmintos, histamina
<b>Biotoxinas marinhas</b>	Tetrodotoxina, toxina paralisante do marisco, toxina diarreica do marisco toxina neurotóxica do marisco e toxina amnésica do marisco
<b>Contaminantes ambientais</b>	Bifenilos policlorados (PCB), dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, metilmercúrio, cádmio, chumbo, contaminantes emergentes (fármacos, detergentes e produtos de higiene pessoal, estrogénios, microplásticos)
<b>Químicos utilizados na agricultura e aquacultura</b>	Pesticidas, fertilizantes, resíduos de antibióticos, hormonas de crescimento
<b>Contaminantes resultantes do processamento</b>	Aminas heterocíclicas, nitrosaminas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

### 1.5.1. Contaminação microbiológica e parasitas

A contaminação do pescado com bactérias, vírus ou parasitas pode resultar da existência destes perigos biológicos na água e/ou de práticas incorretas de manuseamento ou conservação. A contaminação da água e sedimentos pode resultar da presença de microrganismos patogénicos que ocorrem naturalmente nessas zonas, por exemplo as bactérias *Vibrio parahaemolyticus* e *V. vulnificus*, ou da contaminação das águas com matéria fecal (Elbashir et al., 2018). Os moluscos são filtradores, podendo acumular os microrganismos infecciosos existentes na água, fazendo com que a concentração nos seus tecidos seja várias vezes superior à existente na água (Butt et al., 2004).

O armazenamento inadequado do pescado pode contribuir para um aumento significativo dos níveis de bactérias patogénicas presentes. Ao contrário das bactérias, os vírus e parasitas não podem reproduzir-se nos alimentos, podendo apenas ser transportados pelos mesmos (Adams & Moss, 1997). As faltas de higiene e de boas práticas de fabrico podem levar a fenómenos de contaminação cruzada durante a colheita, preparação, processamento, transporte e armazenamento que se traduzem no aumento dos níveis de contaminação inicial ou na introdução de novos perigos microbiológicos no pescado (Elbashir et al., 2018).

As infeções microbianas estão normalmente associadas a produtos da pesca crus, pouco cozinhados ou contaminados pós-confeção, uma vez que a temperatura elevada constitui uma importante defesa contra os perigos microbiológicos. Alguns parasitas existentes em produtos destinados a serem ingeridos crus, marinados ou parcialmente cozidos, podem ser destruídos recorrendo a técnicas de congelação eficazes (Lawley et al., 2008). A Tabela 1.20 refere alguns perigos microbiológicos passíveis de serem veiculados pelo pescado.

**Tabela 1.20. Exemplos de perigos biológicos associados com o pescado (adaptado de Butt et al., 2004; Elbashir et al., 2018)**

Classe de perigo	Exemplos
<b>Vírus</b>	Norovírus, Sapovírus, Vírus da hepatite A
<b>Bactérias</b>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>
<b>Parasitas</b>	<i>Anisakis simplex</i> , <i>Pseudoterranova decipiens</i> , <i>Echinostoma</i> spp., <i>Diphyllobothrium latum</i>

Para além dos problemas resultantes da presença de microrganismos patogénicos, se após a captura não se cumprirem todos os requisitos de higiene e de temperatura, a microflora bacteriana presente no pescado pode originar produtos da decomposição na parte edível, que não só são indesejáveis sob o ponto de vista organolético, como também podem ser tóxicos para o Homem, como é o caso da histamina. A histamina resulta da descarboxilação da histidina, podendo formar-se em maiores níveis nos peixes com elevado teor neste aminoácido no seu tecido muscular, como é o caso do atum, cavala, sarda ou sardinha (Soares & Gonçalves, 2012). Os sintomas típicos associados à ingestão de histamina são diversos e envolvem sensação de calor intenso, erupção cutânea, inflamação localizada, hipotensão, dores de cabeça e rubor, vômitos e diarreia podendo ser necessário o tratamento hospitalar (Lawley et al., 2008). A histamina não altera as características organoléticas dos alimentos, é resistente aos processos de confeção e conservação, existindo em diversos países limites legais para o teor em que pode ser encontrada no pescado (Han et al., 2017).

### 1.5.2. Biotoxinas marinhas

Diversas intoxicações alimentares relacionadas com o consumo de pescado resultam da sua contaminação com toxinas produzidas por microalgas constituintes do fitoplâncton. O fitoplâncton constitui a base das cadeias alimentares marinhas, servindo de alimento a moluscos bivalves, tais como amêijoas, vieiras, ostras, etc., bem como a alguns crustáceos, peixes e a outras espécies marinhas. As toxinas produzidas por estas algas (ficotoxinas) podem acumular-se em peixes e moluscos que se alimentam por filtração, sendo posteriormente transferidas para organismos que ocupam posições mais elevadas nas cadeias alimentares, como as aves, os mamíferos marinhos ou o Homem (Daguer et al., 2018).

A proliferação de organismos do fitoplâncton é influenciada por diversos fatores, como a temperatura, a luz solar, a salinidade da água, ou a presença de nutrientes químicos, como o azoto ou o fósforo. Embora os fenómenos de proliferação massiva de algas produtoras de toxinas (*Harmful Algal Blooms*) sejam de ocorrência natural, a contaminação das águas costeiras com efluentes ou com

fertilizantes utilizados na agricultura, assim como as alterações climáticas, nomeadamente as alterações na temperatura e turvação da água, têm vindo a contribuir quer para a sua intensificação, quer para alterações na sua distribuição geográfica (Marques et al., 2010 e 2019). Da mesma forma, obras de engenharia de grande escala, como a abertura do Canal do Suez ou a construção da Grande Barragem de Assuão, a realização de portos de abrigo e de marinas, que modificam localmente a circulação de água, e o transporte de espécies exóticas através das águas de lastro ou dos incrustantes nos cascos dos navios, constituem outros fatores envolvidos na alteração da distribuição das espécies aquáticas, em particular das produtoras de biotoxinas (Vale, 2011). Esta alteração na distribuição geográfica das espécies, parece estar a favorecer a ocorrência de biotoxinas, que habitualmente apenas afetavam zonas tropicais, em latitudes progressivamente superiores, fazendo surgir novos riscos para a saúde pública em diferentes zonas do globo, nomeadamente na Europa (Vale, 2011; Marques et al., 2010 e 2019).

As biotoxinas são geralmente agrupadas em termos dos efeitos tóxicos que provocam. O consumo de bivalves tem sido associado ao aparecimento de intoxicação paralisante (intoxicação paralisante por marisco, PSP, do inglês *Paralytic Shellfish Poisoning*), diarreica (intoxicação diarreica por marisco, DSP, do inglês *Diarrhetic Shellfish Poisoning*), neurotóxica (intoxicação neurotóxica por marisco, NSP, do inglês *Neurotoxic Shellfish Poisoning*), amnésica (intoxicação amnésica por marisco, ASP, do inglês *Amnesic Shellfish Poisoning*) e intoxicação por azaspirácidos (AZP, do inglês *Azaspiracid Shellfish Poisoning*). Por outro lado, algumas espécies de peixes e caranguejos podem ser veículo de transmissão de outras toxinas como a palitoxina, as ciguatoxinas ou a tetrodotoxina (Daguer et al., 2018). A tetrodotoxina é encontrada maioritariamente em espécies de peixe balão. Diversos trabalhos realizados com bactérias simbióticas em animais tolerantes à tetrodotoxina sugerem que as bactérias possam ser a fonte primária desta toxina (Akbora et al., 2020).

As biotoxinas são, de um modo geral, isentas de sabor e de odor e resistentes ao calor, à presença de ácidos e à congelação (Marques et al., 2010). A principal medida para prevenir as intoxicações por ficotoxinas consiste em monitorizar a presença de algas tóxicas em áreas de pesca e bancos de bivalves, bem como das toxinas na parte edível de uma amostra representativa dos organismos existentes em determinadas zonas. A reduzida mobilidade dos moluscos bivalves facilita esta tarefa. Devido à sua mobilidade, o processo de monitorização dos peixes torna-se mais crítico, uma vez que a representatividade das microalgas mais dificilmente poderá dar uma pista adequada para a sua toxicidade (Vale, 2011).

### **1.5.3. Contaminantes químicos**

Os contaminantes químicos do pescado podem ter origem natural, antropogénica ou podem ser adicionados ou formados durante a sua transformação e processamento. A existência de compostos

químicos tóxicos em níveis elevados, pode desencadear casos agudos de intoxicação alimentar e, em níveis mais baixos, pode ser responsável pela ocorrência de doenças crônicas. Os metais pesados tóxicos, como o mercúrio, cádmio ou chumbo, ou os poluentes orgânicos persistentes como, por exemplo, o p-dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), os bifenilpoliclorados (PCB), policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDD), Policlorodibenzofuranos (PCDF) ou os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), constituem exemplos de contaminantes que podem estar presentes nos meios hídricos, podendo acumular-se nos tecidos do pescado e ser posteriormente transferidos para o Homem através da cadeia alimentar (Han et al., 2017).

Alguns destes contaminantes, particularmente os poluentes orgânicos persistentes e o metilmercúrio, podem ser bioamplificados ao longo das cadeias alimentares, isto é ver a sua concentração aumentada de nível trófico para nível trófico, e chegar até ao Homem em concentrações muito superiores às verificadas na água (Won et al., 2018). O nível de bioacumulação nos tecidos dos peixes é influenciado por diversos factores bióticos e abióticos, como sejam, o habitat biológico da espécie, a forma química em que os poluentes se encontram, a temperatura ou o pH da água, além da espécie, idade, sexo, massa corporal e condições fisiológicas dos peixes (Huss, 1997).

Diversos contaminantes orgânicos, como é o caso de alguns HAP, PCB, PCDD e PCDF encontram-se classificados pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Cancro (IARC) como cancerígenos para o Homem (Grupo I) (IARC, 2020). Outros efeitos de toxicidade associados à exposição humana a alguns destes contaminantes orgânicos incluem, efeitos de imunotoxicidade, neurotoxicidade, desregulação endócrina e atividade teratogénica (Schechter et al., 2006).

Os metais pesados são elementos químicos considerados perigosos quando atingem concentrações superiores a determinados limites. Embora a sua presença nas águas possa ter uma origem geológica natural, ela resulta principalmente da atividade do Homem. O mercúrio, cádmio e chumbo são considerados os principais metais tóxicos associados ao pescado, sendo o mercúrio na forma orgânica (metilmercúrio) considerado o mais perigoso (Marques et al., 2010).

O mercúrio é metilado no meio aquático por microrganismos presentes nos sedimentos, sendo, nesta forma, bioacumulado e bioamplificado, podendo, no tecido dos organismos do topo da cadeia alimentar, atingir níveis 1 800 a 80 000 vezes superiores aos níveis presentes na água circundante (Liu et al., 2008). O metilmercúrio é a principal forma de mercúrio encontrada no pescado, podendo constituir mais de 90% do mercúrio total presente no peixe e no marisco (Comissão Europeia, 2006). Geralmente, os peixes marinhos apresentam níveis de mercúrio mais elevados do que os crustáceos e do que os peixes de água doce, apresentando as espécies carnívoras níveis mais elevados do que as espécies herbívoras. De um modo geral, verifica-se a existência de uma correlação positiva entre o teor de mercúrio e o tamanho, idade ou peso das espécies estudadas. Os moluscos com uma alimentação baseada na captura de espécies pequenas ou que se alimentam por filtração, caso dos



moluscos bivalves, apresentam, regra geral, concentrações de mercúrio inferiores às dos peixes (Sevillano-Morales et al., 2015).

A neurotoxicidade é o principal efeito resultante da exposição humana ao metilmercúrio. As manifestações clínicas incluem parestesia, ataxia, disartria, sensação generalizada de fraqueza, perda de visão e de audição, progredindo, nos casos mais severos, para coma e morte. O metilmercúrio atravessa a placenta, podendo atingir no cérebro fetal numa concentração cinco a sete vezes superior à verificada no sangue materno, pelo que a exposição pré-natal a níveis elevados de metilmercúrio pode resultar em danos generalizados no cérebro fetal (Liu et al., 2001). Diversos mecanismos têm vindo a ser descritos como estando na base dos efeitos de toxicidade do mercúrio. Esses mecanismos incluem, entre outros, a ligação do mercúrio aos grupos -SH das proteínas, interrupção da formação de microtúbulos, inibição de enzimas, indução de condições de *stress* oxidativo ou a interrupção da síntese de proteínas e de ácidos nucleicos (Liu et al., 2008).

O risco de exposição ao metilmercúrio através do consumo de pescado, depende das áreas geográficas e dos hábitos alimentares da população, nomeadamente das espécies de pescado mais consumidas, da frequência com que é efetuado o seu consumo e ainda de fatores nutricionais (Sevillano-Morales et al., 2015). Dentro dos fatores nutricionais, pode destacar-se o já anteriormente referido papel que o selénio pode desempenhar na mitigação dos efeitos adversos resultantes da exposição ao metilmercúrio (ver ponto 1.4.5).

O cádmio encontra-se, geralmente, em teores mais elevados nos moluscos e crustáceos do que nos peixes (Lawley, 2008). A ingestão de cádmio em doses elevadas pode originar efeitos de toxicidade aguda, que envolvem náuseas, vômitos, dores abdominais e diarreia. A exposição crónica a doses mais baixas deste metal está associada ao desenvolvimento de múltiplos efeitos de toxicidade, que incluem, entre outros, desenvolvimento de doença pulmonar obstrutiva, lesão renal, doenças cardiovasculares e osteoporose (Liu et al., 2008).

A exposição ao chumbo pode afetar a síntese de hemoglobina, induzir lesões renais, aumento da pressão sanguínea, aborto espontâneo, perturbações do sistema nervoso, redução da fertilidade e perturbação do desenvolvimento intelectual das crianças. O chumbo pode atravessar a placenta e danificar o sistema nervoso e o cérebro do feto em desenvolvimento (Lawley, 2008). As crianças são mais sensíveis aos efeitos no sistema nervoso central, enquanto que nos adultos a neuropatia periférica, nefropatia e a hipertensão constituem as principais preocupações (Liu et al., 2008).

Devido aos potenciais riscos associados à exposição a estes metais através do pescado, diferentes organismos internacionais, nomeadamente a União Europeia, estabeleceram regulamentações específicas que fixam concentrações máximas admissíveis de mercúrio, cádmio e chumbo nos diferentes produtos da pesca (Comissão Europeia, 2006).

O arsénio constitui outro metal tóxico que pode surgir no pescado. Os principais efeitos adversos associados à ingestão prolongada de arsénio inorgânico no Homem são lesões na pele, toxicidade no desenvolvimento, neurotoxicidade, doenças cardiovasculares, alterações no metabolismo da glucose e diabetes (EFSA, 2009). Os compostos de arsénio inorgânico estão classificados pela IARC como cancerígenos para o Homem (Grupo 1) (IARC, 2020). Ao contrário do que acontece na água e na maioria dos alimentos terrestres, em que o arsénio se encontra predominantemente na forma inorgânica, nos produtos da pesca, este metal encontra-se predominantemente na forma orgânica, nomeadamente como arsenobetaína e arseno-açúcares, cuja toxicidade é muito inferior à das formas inorgânicas (EFSA, 2014i).

Para além dos contaminantes já referidos, nos últimos anos um novo conjunto de contaminantes ambientais, designados por contaminantes emergentes, tem vindo a ser identificado, embora em concentrações muito baixas, em diversas amostras de pescado, recolhidas em diferentes zonas do globo. Este conjunto de compostos pode constituir um potencial risco para o Homem, devido à sua elevada persistência, ao seu potencial para bioacumulação e bioamplificação e à sua bioatividade. Nos contaminantes emergentes encontram-se fármacos de uso generalizado como, por exemplo, analgésicos e anti-inflamatórios (paracetamol, ácido acetilsalicílico, diclofenac, etc.), antidepressivos, calmantes e ansiolíticos, antibacterianos e antifúngicos; Conservantes utilizados em fármacos e cosméticos; Estrogénios sintéticos utilizados nos anticoncepcionais e terapêutica hormonal; Fragrâncias sintéticas utilizadas em produtos de limpeza e de higiene pessoal (perfumes, loções para aplicar após o barbear, loções para o corpo, champôs, etc.); Filtros UV utilizados em protetores solares; e microplásticos (partículas plásticas inferiores a 5 mm utilizadas em produtos de limpeza abrasivos, cosméticos esfoliantes, pastas dos dentes, etc., ou formadas pela decomposição dos plásticos) (Vandermeersch et al., 2015; Saraiva et al., 2016; Cunha et al., 2018; Miossec, et al., 2020).

Para além dos compostos já citados, podem ainda formar-se no pescado, no decurso dos processos de confeção pelo calor ou de conservação (especialmente por fumaça), compostos, como aminas heterocíclicas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ou nitrosaminas, com actividade genotóxica, tendo, alguns deles demonstrado actividade cancerígena em ensaios realizados em animais de laboratório (Tricker & Preussmann, 1991; Turesky, 2002).

Todos os perigos referidos, fazem com que exista a necessidade de permanente monitorização e de implementação de soluções de mitigação pelas autoridades de segurança alimentar e pelos decisores políticos, de modo a que se consiga garantir a disponibilidade de pescado seguro, nutritivo e a preços acessíveis para todos os consumidores (Marques et al., 2019).

## 1.6. Objetivo do Trabalho

O consumo de pescado é recomendado em todos os países pelos inúmeros benefícios nutricionais que apresenta. Todavia, associadas a esses benefícios surgem também preocupações quanto ao potencial risco para a saúde dos consumidores resultante da presença de contaminantes, que podem acumular-se nos tecidos edíveis do pescado. O valor nutricional do pescado, nomeadamente o seu teor em ácidos gordos de cadeia longa da família ómega-3 ou em minerais como o iodo ou o selénio, varia consideravelmente com a área geográfica e com características ambientais específicas dessa área. Da mesma forma, a magnitude do factor de acumulação de substâncias nocivas no pescado, particularmente de metais pesados como o mercúrio, cádmio ou chumbo, depende de factores endógenos do próprio peixe (estado fisiológico, longevidade, hábitos alimentares e capacidade de adaptação), mas das características do biótopo (características da água, organismos da água, poluição da água e fauna superior).

Os recursos piscícolas representem uma importante fonte de rendimento para a província do Namibe (Sul de Angola). Entre as espécies mais capturadas ao largo desta província encontram-se a sardinela (*Sardinella aurita*), o carapau-do-Cunene (*Trachurus trecae*), a cavala (*Scomber japonicus*), a corvina (*Atractoscion aequidens*) e o caranguejo (*Chaceon maritae*). Apesar do seu elevado interesse sócio-económico e amplo consumo em Angola, os estudos sobre a composição química destas espécies ao largo do Namibe são escassos ou inexistentes. Desta forma, a presente dissertação teve como objetivo estudar as cinco espécies anteriormente referidas sob o ponto de vista nutricional e toxicológico, avaliando os aspectos benéficos e os potenciais riscos que possam advir do seu consumo.

Assim, com a presente dissertação pretende-se, para as cinco espécies anteriormente referidas, capturadas ao largo do Namibe em duas épocas do ano:

1. Determinar a composição química aproximada (teor em água, proteína, gordura e cinza), o perfil em ácidos gordos, o teor em colesterol, a composição em aminoácidos, bem como o teor em macrominerais e em oligoelementos no músculo dos peixes e tecidos edíveis do caranguejo.
2. Pesquisar a presença de elementos tóxicos (mercúrio, cádmio, chumbo e arsénio) nos tecidos anteriormente referidos.
3. Avaliar a contribuição nutricional das espécies estudadas através da determinação da percentagem da dose diária recomendada de cada nutriente que uma refeição pode fornecer.
4. Efectuar uma análise dos potenciais benefícios e grau de risco toxicológico associado ao consumo das espécies em estudo.



## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Material biológico**

No presente trabalho analisaram-se três espécies de peixes pelágicos, nomeadamente o carapau do Cunene (*Trachurus trecea*), sardinela (*Sardinella aurita*) e cavala (*Scomber japonicus*), e duas espécies demersais, nomeadamente a corvina (*Atractoscion aequidens*) e o caranguejo (*Geryon maritae*). As espécies pelágicas foram capturadas a uma profundidade de 20 a 100 m, a uma distância de 4 a 8 milhas náuticas da Costa de Angola, na zona mais a Norte (Baia, Bentibaba, Baba, Mucuiu e Lucira) e mais a Sul (Flamingo, Três irmãos, Rocha e Baia dos tigres) da província do Namibe. A corvina (espécie demersal) foi capturada na zona mais a Sul da província do Namibe (Rocha), a uma distância de 8 a 15 milhas náuticas e a uma profundidade de 15 a 100 m. O caranguejo foi igualmente capturado na zona mais a Sul da província, a uma distância entre 7 e 14 milhas náuticas e a uma profundidade de 200 a 400 m. Os espécimes foram capturados por diversas artes de pesca tais como arte de cerco para bordo, artes de arrasto e, no caso do caranguejo, armadilhas.

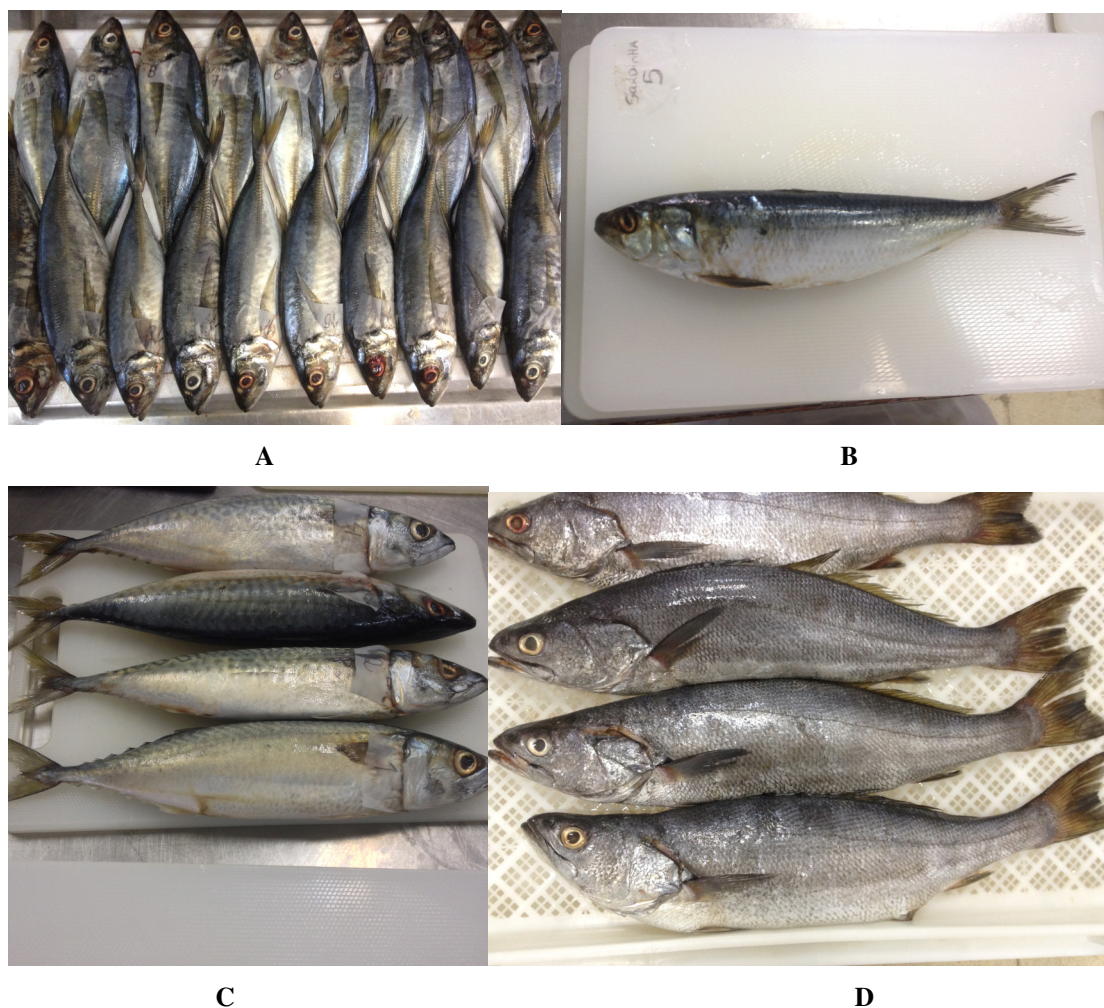
Todas as espécies foram capturadas em duas épocas diferentes: em março 2015, durante a estação quente e chuvosa, e em outubro de 2015, imediatamente após a estação mais fria e seca. Em 2015, a temperatura superficial do mar variou entre 21 e 28 °C em março e entre 16 e 27 °C em outubro (Tchupalanga et al., 2015). Na primeira época (março de 2015), foram analisados 40 exemplares de carapau do Cunene (seguidamente designado apenas por carapau), 20 exemplares de sardinela, 12 exemplares de cavala, 11 exemplares de corvina e 26 exemplares de caranguejo (fêmeas). Na segunda época (outubro de 2015), foram analisados 20 exemplares de carapau, 20 exemplares de sardinela, 20 exemplares de cavala, 4 exemplares de corvina e 30 exemplares de caranguejo (fêmeas).

A bordo, as várias espécies de peixe foram acondicionadas a granel no porão. Após descarga na instalação industrial, os peixes foram acondicionados em caixas, congelados em túnel a -35 °C e mantidos em câmaras de congelação. Os caranguejos seguiram um processo diferente. Assim, após captura foram transportados vivos até à instalação industrial onde foram submetidos a uma lavagem com água doce. Este processo causa a morte dos indivíduos devido ao choque salino. Em seguida, procedeu-se à cozedura tradicional dos caranguejos em água do mar (aproximadamente 15 minutos, 100 °C), à qual se adicionou cloreto de sódio (2 g/L) e gindungo (*Capsicum chinense*, 175 mg/L), como ingrediente para melhorar o sabor. Após cozedura, os caranguejos foram arrefecidos à temperatura ambiente, separados por género, congelados a -35 °C em túnel de congelação, e armazenados a -18 °C. Após dois dias de armazenamento em câmara de congelação, todo o pescado

foi devidamente acondicionado em caixas isotérmicas, transportado por avião para Portugal e mantido congelado até à posterior análise.

Após a chegada ao laboratório do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), procedeu-se à confirmação das espécies, usando as chaves de identificação das espécies de Angola (Bianchi, 1986), ao registo dos parâmetros biométricos de cada um dos exemplares e à preparação para a análise química.

No caso dos peixes, após confirmação da identificação das espécies *Trachurus trecea*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens* (Figura 2.1), cada espécime foi pesado (Balança analógica Ómega PP50) e medido com auxílio de um ictiómetro (Figura 2.2).



**Figura 2.1. Espécies de peixe analisadas: A) *Trachurus trecea* (carapau); B) *Sardinella aurita* (sardinela); C) *Scomber japonicus* (cavala); D) *Atractoscion aequidens* (corvina).**



**Figura 2.2. Medição da cavala com o auxílio de ictiómetro.**

Nos casos em que os tamanhos dos peixes eram aproximadamente uniformes (cavala e corvina), o número de exemplares foi distribuído de forma aleatória em duas *pools*. Nos casos em que se distinguiam claramente dois grupos de tamanhos (carapau e sardinela na captura de março), os exemplares foram distribuídos em 4 *pools* (duas com os exemplares de maior dimensão e duas com os exemplares de menor dimensão).

Em seguida, e de modo a obter a parte edível do pescado, removeram-se as serrilhas, as barbatanas, as cabeças e as vísceras. Foram então retirados filetes, por corte longitudinal paralelo à espinha. Os filetes foram lavados, escorridos durante 15 minutos e pesados. Posteriormente, retirou-se a pele e os tecidos foram homogeneizados num homogeneizador (Retsch grindomix GM200, 5000 rpm) (Figura 2.3A). Finalmente, os homogeneizados foram distribuídos por sacos de plástico devidamente identificados (espécie, número da *pool* e data), e armazenados a -80 °C até posterior análise. Uma porção da amostra foi liofilizada a -40 °C e pressão reduzida (aproximadamente  $10^{-1}$  atm; Liofilizador Heto PowerDry LL3000, Thermo Fisher Scientific) durante 48 h. As amostras liofilizadas (Figura 2.3B) foram novamente homogeneizadas, embaladas sob vácuo (Multivac A300/52) em sacos de plástico devidamente identificados (espécie, número da *pool* e data), e armazenadas a -80 °C até posterior análise.





A

B

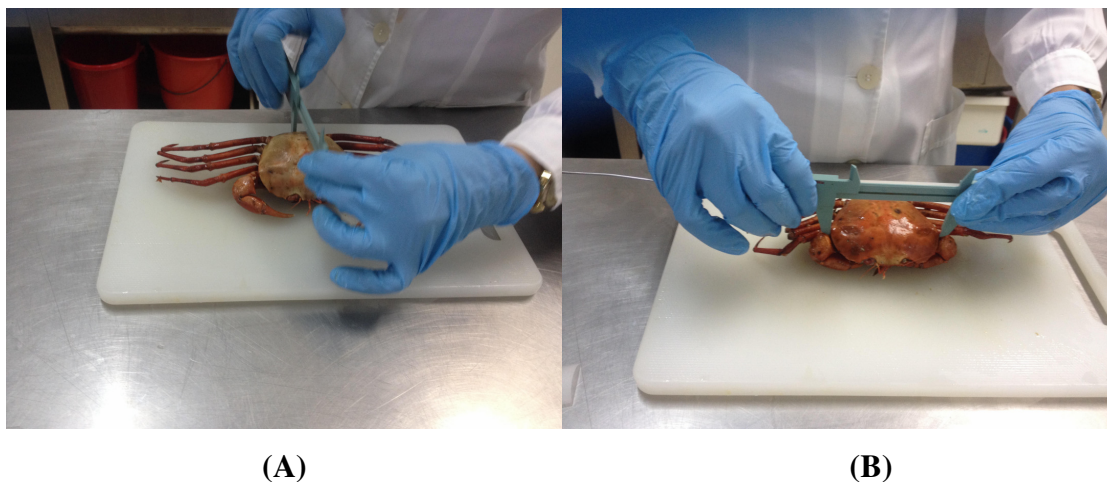
**Figura 2.3. Aspeto das amostras: A) após homogeneização dos tecidos; B) após liofilização.**

No caso dos caranguejos, procedeu-se igualmente à confirmação da espécie, usando as chaves de identificação das espécies de Angola (Bianchi, 1986). Após confirmação da espécie *Chaceon maritae* (Figura 2.4), procedeu-se à pesagem (Balança analógica Ómega PP50) e à medição, com auxílio de um paquímetro, do comprimento e largura da carapaça de cada um dos exemplares (Figura 2.5).



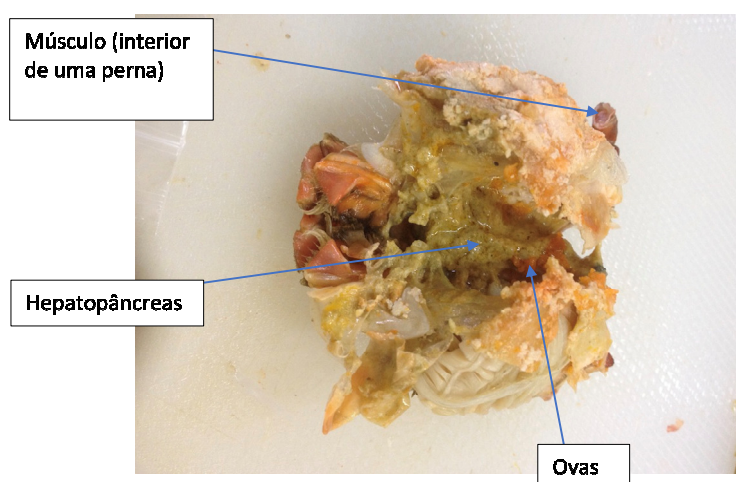
**Figura 2.4. Vista dorsal e ventral do *Chaceon maritae*.**





**Figura 2.5. Medição do comprimento (A) e da largura (B) da carapaça dos caranguejos.**

Os caranguejos foram divididos em duas pools (13 exemplares por pool na primeira época e 15 exemplares por pool na segunda época). Os tecidos edíveis foram separados em músculo, ovários e hepatopâncreas (Figura 2.6). Posteriormente, cada tipo de tecido foi homogeneizado num homogeneizador (Retsch grindomix GM200; 5000 rpm) até à rutura visual completa do tecido. Os tecidos homogeneizados foram distribuídos por sacos de plástico devidamente identificados (número da *pool*, data e nome do tecido) e armazenados a -80 °C até posterior análise. Uma porção da amostra foi liofilizada a -40 °C e pressão reduzida (aproximadamente  $10^{-1}$  atm; Liofilizador Heto PowerDry LL3000, Thermo Fisher Scientific) durante 48 h. As amostras liofilizadas foram novamente homogeneizadas, embaladas sob vácuo (Multivac) em sacos de plástico devidamente identificados (número da *pool*, data e nome do tecido) e armazenadas a -80 °C até posterior análise.



**Figura 2.6. Tecidos edíveis do *Chaceon maritae* analisados (músculo, hepatopâncreas e ovários).**

## 2.2. Análises químicas

Na realização das diversas análises utilizaram-se reagentes com grau de pureza adequado às diferentes determinações, em geral de grau analítico ou superior, das marcas Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA) e Merck (Darmstadt, Alemanha). A água utilizada nas determinações analíticas e na preparação de soluções aquosas foi produzida num aparelho Millipore Milli-Q Plus (Millipore, Bedford, EUA). Na elaboração das rectas de calibração para determinação do perfil em ácidos gordos foram utilizados os padrões Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA): PUFA nº1 (fonte marinha, 99%, referência 47033) e PUFA nº 3 (óleo de Menhadem, 99%, referência 47085U). Na determinação dos elementos minerais foram utilizados padrões Inorganic Ventures (Christiansburg, VA, EUA) (solução padrão de iodo, ródio, germânio índio e ítrio), Merck (Darmstadt, Alemanha) (solução padrão de telúrio, potássio, sódio, magnésio, fósforo, ferro, zinco, cobre, manganês, cobalto, vanádio, crómio, níquel, arsénio, cádmio, mercúrio e chumbo) e SCP Science (Marktobderdorf, Alemanha) (solução padrão de selénio). Para todas as determinações foram realizados pelo menos dois ensaios sobre a mesma amostra (*pool*).

### 2.2.1. Determinação do teor em Humidade

A humidade foi obtida a partir da diferença de massa da amostra antes e após secagem em estufa a  $105 \pm 2$  °C, até peso constante. A determinação da humidade foi realizada com base no método descrito na NP 2282:2009 (IPQ, 2009a). Pesaram-se (balança Mettler Toledo, AG 245, com precisão de 0,1 mg) aproximadamente 10 g de amostra homogeneizada para um cristalizador de vidro, previamente pesado. A seguir, o cristalizador foi colocado numa estufa (Memmert ULE 50, Alemanha) a  $105 \pm 2$  °C e aí mantido durante uma noite para desidratação da amostra. No dia seguinte, o cristalizador com a amostra foi colocado num exsicador para arrefecer, durante pelo menos 30 minutos, sendo então pesado. Todo o procedimento foi repetido as vezes necessárias até a amostra adquirir peso constante. A humidade do produto foi expressa em grama por 100 g de peso fresco de parte edível.

### 2.2.2. Determinação do teor em cinza total

A cinza é o resíduo inorgânico resultante da incineração de material biológico, correspondente aos minerais obtidos após destruição da matéria orgânica. O teor de cinza total foi determinado com base na NP 2032:2009 (IPQ, 2009b). Pesaram-se cerca de 5 g da amostra homogeneizada (balança Mettler Toledo, AG 245, com precisão de 0,1 mg), para cadinho de porcelana previamente tarado. Colocou-se o cadinho, para secagem da amostra, em estufa (Memmert ULE 50, Alemanha) a  $105 \pm 2$  °C durante uma noite e, em seguida, transferiu-se o cadinho

para a mufla (Heraeus, Tipo MR170 E, Alemenha), elevando a temperatura muito lentamente, até à temperatura de  $500 \pm 25$  °C. Após 16 horas (uma noite) de incineração, retirou-se o cadinho da mufla, deixou-se arrefecer em exsicador e pesou-se. Repetiram-se as operações de incineração, arrefecimento e pesagem até que duas pesagens sucessivas não diferissem entre si em mais de 1,0 mg. O teor de cinza foi expresso em grama por 100 g de peso fresco de parte edível.

### **2.2.3. Determinação do teor em proteína bruta**

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de combustão (Método de Dumas) com base no procedimento AOAC 992.15 (AOAC, 1998), utilizando um analisador de azoto FP-528 LECO (Michigan, EUA), previamente calibrado com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (carbono:  $41,07 \pm 0,17$  g/100 g, hidrogénio:  $5,55 \pm 0,02$  g/100 g, azoto:  $9,57 \pm 0,03$  g/100 g). Pesaram-se cerca de 150 mg de amostra liofilizada (balança Mettler Toledo, AG 245, com precisão de 0,1 mg) em papel de estanho e selou-se de modo a que a amostra ficasse bem isolada. A amostra foi então sujeita a combustão a 850 °C e os produtos resultantes da combustão ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2$ ) foram homogeneizados, tendo uma alíquota sido obrigada a passar por colunas, para absorção do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  e para que todos os  $\text{NO}_x$  fossem convertidos em  $\text{N}_2$ . O  $\text{N}_2$  foi então arrastado por uma corrente de hélio até uma célula de condutividade térmica onde se procedeu à sua quantificação. O teor de proteína bruta foi calculado multiplicando o resultado obtido pelo factor convencional de conversão de 6,25, usado no caso de proteínas de origem animal (WHO, 2007). O teor de proteína foi expresso em grama por 100 g de peso fresco de parte edível.

### **2.2.4. Determinação do teor em gordura livre total**

A determinação da gordura total foi efetuada por extração da matéria gorda da amostra com éter etílico, seguida de eliminação do solvente por recuperação do solvente no extrator, secagem e pesagem. O teor de gordura total foi determinado de acordo com o método descrito na NP 1972:2009 (IPQ, 2009c). Pesaram-se aproximadamente 5 g de amostra homogeneizada (balança Mettler Toledo, AG 245, com precisão de 0,1 mg) e adicionou-se uma quantidade de sulfato de sódio anidro igual à toma para análise. De seguida, transferiu-se a amostra para um papel de filtro e envolveu-se todo o material biológico, introduzindo-se então o cartucho de extração no extrator de Soxhlet. Num balão de fundo raso, previamente seco em estufa a  $103 \pm 2$  °C (Memmert, ULE 500, Alemenha), durante 30 minutos, arrefecido em exsicador e pesado, colocaram-se 80 mL de éter etílico tendo-se posteriormente colocado o extrator, contendo o cartucho de extração, no balão. Adicionalmente, colocou-se uma quantidade de éter etílico até cobrir completamente o cartucho no extrator. O balão com o extrator foi colocado na bateria de aquecimento (P Selecta) durante sete horas, à temperatura de 40 °C, tendo a extração sido efetuada por várias passagens do solvente com refluxo. Finda a

extração, procedeu-se à recuperação do solvente no extrator. O balão contendo a gordura foi colocado em estufa  $103 \pm 2$  °C (Memmert, ULE 500, Alemanha), durante 30 minutos, arrefecido em exsiccador e pesado (Mettler Toledo, AG 245). As operações de secagem, arrefecimento e pesagem foram repetidas até se atingir um peso constante. O teor de gordura livre total foi expresso em grama por 100 g de peso fresco de parte edível.

#### **2.2.5. Determinação do teor em colesterol**

O teor em colesterol foi determinado utilizando um método colorimétrico/enzimático para a determinação de colesterol em alimentos e outros materiais. Este método baseia-se na oxidação do colesterol, catalisada pela enzima oxidase do colesterol, com produção de colesteno e de peróxido de hidrogénio. Na presença de catalase e de metanol, o peróxido de hidrogénio é reduzido pela catalase, enquanto que o metanol é oxidado até formaldeído. Por sua vez, o formaldeído reage com a acetil-acetona, formando, na presença de iões amónio, um composto amarelo (3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina), cuja concentração é proporcional à concentração de colesterol, e que pode ser determinada através da medição da absorvância da amostra a 405 nm.

Neste doseamento foi utilizado o sistema de quantificação enzimática/colorimétrica de colesterol em alimentos e outros materiais (cat. nº 10139050035, R-Biopharm, Darmstadt, Alemanha), tendo-se seguido as instruções do fabricante. A extração do colesterol livre foi realizada da seguinte forma: 1 g de amostra liofilizada foi extraído com 10 mL de isopropanol por 1 h, a 40 °C e com agitação a cada 10 minutos. Após a extração, os componentes não dissolvidos foram removidos por filtração usando o filtro Whatman N°42. Em seguida, as amostras foram pipetadas para tubos de vidro tendo-se adicionado os vários reagentes (catalase, acetil-acetona e metanol em tampão fosfato de amónio, pH 7,0). Esta mistura foi dividida por outros dois tubos de vidro, tendo-se adicionado apenas num deles a enzima oxidase do colesterol, funcionando o outro tubo como branco. Os tubos foram então agitados, tapados e incubados durante 60 minutos, a uma temperatura de 37 °C. Findo este tempo, deixaram-se arrefecer as misturas até à temperatura ambiente (20 a 25 °C) e leu-se a absorvância do branco e da amostra a 405 nm. Os resultados foram expressos em mg de colesterol livre /100 g de peso fresco de parte edível.

#### **2.2.6. Perfil de ácidos gordos**

O perfil de ácidos gordos foi determinado de acordo com o procedimento descrito por Lepage & Roy (1986), com as modificações introduzidas por Cohen et al. (1988). De acordo com este método, efetua-se a transesterificação dos ácidos gordos em ésteres metílicos (FAME) através de catálise ácida, a fim de determinar por cromatografia em fase gasosa com coluna capilar o perfil de ácidos gordos.

Pesou-se (Mettler Toledo, AG 245) cerca de 300 mg de material liofilizado para tubos de

centrífuga de vidro e adicionaram-se 5 mL de solução metanólica de cloreto de acetilo a 5% (p/v). Agitaram-se os tubos no vórtex (Heidolph, ReAX) durante 60 segundos e colocaram-se em banho-maria (Kötterman, 3047) a 80 °C por 1 h. Após este tempo, adicionou-se a cada tubo, 1 mL de água milli-Q e 2 mL de n-heptano, agitou-se novamente cada tubo no vórtex (60 segundos) e centrifugou-se a 3 000 g, durante 5 minutos a 4 °C (centrífuga Sigma, 2K 15). Após centrifugação, fez-se a recolha da fase orgânica (sobrenadante, onde se encontravam os ésteres metílicos) e filtrou-se através de uma coluna de algodão cardado e sulfato de sódio anidro.

Injetaram-se 2 µL de amostra num cromatógrafo de fase gasosa marca Brucker modelo Scion 456 (Livingston, Reino Unido), equipado com amostrador automático e detetor de ionização de chama (FID). A separação dos ésteres metílicos teve lugar numa coluna capilar de polietilenoglicol, DB-wax (30 m de comprimento × 0,25 mm de diâmetro interno, 0,25 µm espessura), utilizando hélio como gás de arraste. Durante a análise, a coluna foi aquecida a 180 °C durante 5 minutos, seguindo-se uma rampa de aquecimento de 4 °C/min, durante cerca de 10 min, até atingir a temperatura de 220 °C, que foi mantida durante 25 min. Os compostos separados foram detectados no detetor FID a 250 °C. A identificação e quantificação dos ácidos gordos foi feita por comparação com os padrões Sigma-Aldrich/Supelco PUFA N°1 e PUFA N°3, usando o *software* associado ao equipamento. A acurácia do método analítico foi confirmada pela análise de material de referência padrão (SRM-1946, homogenato de tecido de peixe preparado a partir de truta do lago (*Salvelinus namaycush namaycush*) capturada perto das Ilhas Apostle no Lago Superior entre os EUA e o Canadá, National Research Council of Canada, Canadá).

O teor de cada ácido gordo foi expresso em percentagem relativa (% do total de ácidos gordos) e em mg por 100 g de peso fresco de parte edível. Para expressar os resultados em mg/100 g de parte edível recorreu-se aos factores correctivos para peixes e crustáceos, propostos por Weihrauch et al. (1977), para determinar o peso de ácidos gordos existente num grama de gordura.

#### **2.2.7. Determinação do perfil em aminoácidos**

O perfil em aminoácidos foi determinado por cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC), após hidrólise ácida das proteínas na presença de fenol e em condições de anerbiose. As condições de hidrólise ácida com adição de fenol permitem uma recuperação considerável de aminoácidos sulfurados (Muramoto & Kamiya, 1990).

Nesta determinação utilizou-se o sistema Waters® AccQ Fluor reagente Kit (Milford, MA, EUA), contendo 6-aminoquinolil-N-hidroxisuccinimidil carbamato como agente de derivatização, tampão de diluição da amostra, eluente A (AccQTag ultra eluent A: formato de amónio em água/acetonitrilo/ácido fórmico = 84:10:6) e eluente B (AccQTag ultra eluent B: ácido fórmico 2% em acetonitrilo). O procedimento foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Mota et al.

(2016).

Pesaram-se 20 mg de amostra liofilizada para frascos de quartzo apropriados para o procedimento de digestão. Em seguida, adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico (6 N, contendo 0,5% de fenol) e 200 µL de padrão interno (25 mM de D-Norvalina). A hidrólise das proteínas foi realizada utilizando um sistema de digestão por microndas (Milestone ETHOS 1 Series) sob condições anaeróbias (bomba de vácuo seguida do fluxo de azoto) a 160 °C, durante 10 minutos (15 minutos para aumentar a temperatura até 160 °C, 10 minutos a 160 °C e 90 minutos para arrefecer). Após a hidrólise completa, os extratos foram neutralizados com 1 mL de hidróxido de sódio (6 N), o volume foi aferido a 10 mL com água desionizada, sendo então os extratos filtrados por filtro de papel. A derivatização foi efetuada adicionando, num frasco de amostra para cromatografia, 10 µL de amostra, 80 µL de tampão de diluição e 20 µL de reagente de derivatização reconstituído. A mistura foi agitada em vortex e aquecida a 55 °C durante 10 minutos.

A separação dos aminoácidos derivatizados foi realizada num sistema Acquity UPLC da Waters® (Milford, MA, EUA) equipado com uma coluna BEH C18 (100 mm × 2,1 mm de diâmetro interno, 1,7 µm; Waters), usando como fase móvel os eluentes A e B no seguinte gradiente: 0–0,54 min, 99,9% A–0,1% B, 5,74 min, 90, 9% A–9,1% B, 7,74 min, 78,8% A–21,2% B, 8,04 min, 40,4% A–59,6% B, 8,70–10 min, 99,9% A–0,1% B. A corrida cromatográfica teve uma duração de 10 minutos, com caudal de 0,7 mL/min. A temperatura da coluna foi de 55 °C e o volume injetado foi de 1 µL. A detecção foi realizada num detector de matriz de fotodíodos a 260 nm.

A identificação e quantificação dos diversos aminoácidos foi efetuada por comparação com curvas de calibração, efetuadas com diluições apropriadas da mistura padrão de aminoácidos (Amino Acid Standard Hydrolysate, Waters®, 2,5 mM em histidina, isoleucina leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina, cisteína, tirosina, glicina, arginina, prolina, ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina e serina) (Waters®, Milford, MA, EUA), misturada com o padrão interno (D-Norvalina, Waters®, Milford, MA, EUA). Os cálculos foram efetuados utilizando o software empower da Waters®. A acurácia do método analítico foi confirmada pela análise de material de referência certificado (NIST 3244: Proteína em pó contendo efedra, National Institute of Standards & Technology, Gaithersburg, MD, EUA). Os limites de detecção para os vários aminoácidos encontram-se na Tabela 2.1. Os resultados foram expressos em g de cada aminoácido por 100 g de peso fresco de parte edível.

**Tabela 2.1. Limites de detecção para os diversos aminoácidos analisados nas condições descritas**

Aminoácido	Limite de detecção (g/100 g)	Aminoácido	Limite de detecção (g/100 g)
Alanina	$1,13 \times 10^{-3}$	Lisina	$3,79 \times 10^{-3}$
Arginina	$2,49 \times 10^{-3}$	Metionina	$2,02 \times 10^{-3}$
Aspartato	$2,68 \times 10^{-3}$	Fenilalanina	$3,08 \times 10^{-3}$
Cisteína	$3,18 \times 10^{-3}$	Prolina	$0,82 \times 10^{-3}$
Glutamato	$2,82 \times 10^{-3}$	Serina	$1,00 \times 10^{-3}$
Glicina	$1,01 \times 10^{-3}$	Treonina	$1,11 \times 10^{-3}$
Histidina	$2,78 \times 10^{-3}$	Tirosina	$3,94 \times 10^{-3}$
Isoleucina	$0,85 \times 10^{-3}$	Valina	$0,73 \times 10^{-3}$
Leucina	$1,23 \times 10^{-3}$		

## **2.2.8. Doseamento de minerais (macro, micro e minerais tóxicos)**

### **2.2.8.1. Doseamento do sódio, magnésio, potássio e ferro**

Os teores de sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg) e ferro (Fe) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica de chama, após incineração da amostra e dissolução da cinza em ácido nítrico, com base na metodologia proposta por Jorhem (2000). Aproximadamente 5 g (balança Mettler Toledo, AG 204) das amostras homogeneizadas foram incineradas nas mesmas condições já descritas para a determinação do teor em cinza (ver ponto 2.2.2). De seguida, humedeceram-se as cinzas com ácido nítrico a 65% (p/p) que foi evaporado até à secura sobre uma placa de aquecimento. Os cadinhos foram novamente levados à mufla (Heraeus, tipo MR 170 E, Alemanha), a 400 °C, durante 20 a 30 minutos até obtenção de cinza branca. Aos cadinhos foram então adicionados 6,0 mL de ácido nítrico a 15% (v/v), previamente aquecido, para dissolver as cinzas e, de seguida, transferiu-se, filtrando, para balão de 25 mL. Lavaram-se os cadinhos com 6,0 mL do mesmo ácido e, posteriormente, com água ultrapura (Milli-Q). Ambas as soluções de lavagem foram passadas pelo filtro. Deixou-se arrefecer e perfez-se o volume com água ultrapura. A determinação do Na, K, Mg e Fe foi realizada por espectrometria de absorção atômica de chama num espectrofotómetro Spectr AA 55B com correção de fundo de deutério (Varian, Palo Alto, CA, EUA). As concentrações de cada elemento foram calculadas através de curvas de calibração, obtidas através da leitura da absorção de pelo menos cinco diferentes concentrações da respetiva solução padrão:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  em ácido nítrico 0,5 M. A acurácia do método analítico foi confirmada pela análise de material de referência certificado (DORM-4: Proteína de peixe, National Research Council of Canada, Canadá). Os limites de detecção para este método nas condições descritas são de 0,09 mg/kg para o Na, 0,02 mg/kg para o Mg, 0,01 mg/kg para o K e 0,32 mg/kg para o Fe. Os teores de Na, K e Mg foram expressos em mg/100 g de peso fresco de parte edível e o teor de Fe foi expresso em mg/kg de peso fresco de parte edível.

#### **2.2.8.2. Doseamento do fósforo**

O fósforo foi determinado pelo método espectrofotométrico UV-Vis de acordo com a norma ISO 13730:1996 (ISO, 1996). As cinzas, preparadas como anteriormente referido (ver ponto 2.2.8.1), foram dissolvidas em HCl 20% (p/v). Posteriormente, transferiu-se, através de filtração, para balão de 25 mL e aferiu-se com água ultrapura. Preparou-se então a mistura reacional, adicionando à amostra uma solução de vanadato de amónio e molibdato de amónio. O fósforo reage com esta solução originando a formação de um composto amarelo com um máximo de absorção a 430 nm. Assim, efetuou-se a leitura da absorvância a este comprimento de onda, num espectrofotómetro UV/Vis UV2 (ATI UNICAM, Reino Unido). A concentração de fósforo foi determinada por comparação com uma curva de calibração, obtida através da leitura da absorvância a 430 nm de misturas reacionais, preparadas da forma anteriormente descrita, mas substituindo a amostra por 5 soluções de fósforo de concentração conhecida, preparadas a partir de uma solução padrão de fosfato. O limite de deteção para este método nas condições descritas é de 0,01 mg/kg. Os resultados foram expressos em mg/100 g de peso fresco de parte edível.

#### **2.2.8.3. Doseamento do cobre, zinco, crómio, cobalto, manganês, vanádio, níquel, arsénio, cádmio e chumbo**

O doseamento do Cu, Zn, Cr, Co, Mn, V, Ni, As, Cd e Pb foi efetuado por espectrometria de massa com plasma indutivo acoplado (ICP-MS) de acordo com o procedimento descrito por Raimundo et al. (2013). As amostras liofilizadas foram digeridas em recipientes de digestão em teflon, com ácido nítrico 65% (p/p), durante 12 horas a 60 °C, a que se seguiu um período de 1 hora a 100 °C. De seguida, adicionou-se peróxido de hidrogénio 30% (p/p) e deixou-se digerir durante mais 1 hora a 80 °C. Foram preparados brancos usando o mesmo procedimento analítico e reagentes. A concentração de cada elemento foi determinada por ICP-MS utilizando um equipamento X-Serie ICP-MS (Thermo Scientific, Manchester, Reino Unido), equipado um nebulizador concêntrico Meinhard e câmara de nebulização Peltier com pérola de impacto. Cada elemento foi quantificado através de curvas de calibração realizadas com 9 pontos e usando uma solução de índio (In) como padrão interno. A precisão do método analítico foi confirmada pela análise de material de referência certificado (DORM-4: Proteína de peixe e DORM-3: Músculo de dogfish, National Research Council of Canada, Canadá). Os limites de deteção nas condições descritas, expressos em mg/kg de peso seco, foram de 0,076 para o V, 0,160 para o Cr, 0,033 para o Co e Mn, 0,123 para o Ni, 0,348 para o Cu, 0,078 para o Zn, 0,057 para o As, 0,012 para o Cd e 0,026 para o Pb. No caso do V, Cr, Co, Mn, Ni, Cu e Zn, os resultados foram expressos em mg/100 g de peso fresco de parte edível. No caso do Cd e do Pb os resultados foram expressos em mg/kg de peso fresco de parte edível.



#### **2.2.8.4. Doseamento de iodo e selénio**

Os teores em iodo e selénio foram igualmente determinados por ICP-MS a partir das amostras liofilizadas. O iodo foi determinado após digestão alcalina da amostra com hidróxido de tetrametilamónio (25%, v/v) em bloco de grafite a 90 °C, durante 3 horas, de acordo com a ES EN 15111:2007. A determinação do selénio foi efetuada de acordo com a EN 15763:2009, por digestão da amostra com ácido nítrico (65%, p/p) e peróxido de hidrogénio, num microndas (Ethos 1, Milestone) em vaso fechado.

Os teores em iodo e selénio foram determinados num ICP-MS, Thermo série X II (Thermo Scientific, Manchester, Reino Unido), equipado com um amostrador automático Cetac ASX-520, nebulizador de vidro concêntrico de 1 mL.min<sup>-1</sup>, câmara de nebulização de quartzo refrigerada a ar e injetor de quartzo de 1,5 mm. Os dois elementos foram quantificados recorrendo a curvas de calibração com coeficientes de correlação superiores a 0,9995. Na determinação do iodo utilizaram-se soluções padrão de ródio e de telúrio como padrões internos. Na determinação de selénio, utilizaram-se soluções padrão de germânio, índio e ítrio como padrões internos. A acurácia do método analítico para a determinação do selénio foi confirmada pela análise de material de referência certificado (ERM®-BB42, músculo de peixe). Os limites de deteção nas condições descritas são de 0,0078 mg/kg para o iodo e 0,0064 mg/kg para o selénio. Os teores de iodo e selénio foram expressos em mg/kg de peso fresco de parte edível.

#### **2.2.8.5. Doseamento do mercúrio**

O teor de mercúrio presente nas amostras foi determinado por espectrometria de absorção atómica, utilizando um analisador automático de mercúrio (LECO AMA254 Mercury Analyzer, Michigan, EUA). Este método consiste na decomposição térmica da amostra, retenção selectiva do mercúrio numa amálgama de ouro a qual, após aquecimento, liberta o mercúrio sob a forma de vapor. O mercúrio é então arrastado, por uma corrente de oxigénio, até à célula do espectrofotómetro procedendo-se à leitura da absorção no comprimento de onda de 253,7 nm.

A determinação do teor de mercúrio total foi baseada no método descrito na norma US EPA 7473 (EPA, 2007).

As amostras liofilizadas foram colocadas numa barquinha de níquel, tendo, de seguida, sido adicionado óxido de alumínio até as amostras ficarem cobertas. Posteriormente, colocou-se a barquinha no analisador de mercúrio e efetuou-se a leitura da absorção no comprimento de onda de 253,7 nm. Efetuou-se um ensaio em branco utilizando apenas óxido de alumínio. O teor em mercúrio foi calculado por comparação com uma curva de calibração, efetuada com 9 concentrações diferentes de solução padrão. A acurácia do método analítico foi confirmada pela análise de material de referência certificado (DORM-4: Proteína de peixe, National Research Council of Canada, Canadá).

O limite de detecção para este método nas condições descritas é de 0,004 mg/kg. Os teores de mercúrio foram expressos em mg/kg de peso fresco de parte edível.

## **2.3. Cálculo de parâmetros nutricionais**

### **2.3.1. Valor energético**

O valor energético foi calculado utilizando os fatores de conversão energética recomendados pela FAO (2003) e apresentados no Anexo XIV do Regulamento 1169/2011, de 25 de outubro (União Europeia, 2011), referente à informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios. Assim, de acordo com a literatura devem ser utilizados os fatores 4 kcal/g para as proteínas, 4 kcal/g para os hidratos de carbono e 9 kcal/g para os lípidos. Estes fatores baseiam-se no calor de combustão de proteínas, gorduras e açúcares, corrigidos para as perdas energéticas associadas à digestão e metabolismo dos vários nutrientes (FAO, 2003). Neste cálculo considerou-se irrelevante a contribuição dos hidratos de carbono, devido ao pescado apresentar quantidades insignificantes destes nutrientes (Huss, 1995). O valor energético foi então calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Valor energético (kcal/100 g)} = (G\% \times 9 \text{ kcal/g}) + (P\% \times 4 \text{ kcal/g})$$

Sendo:

G % – Percentagem de gordura;

P % – Percentagem de proteína.

O valor energético foi também determinado em kJ, multiplicando os valores obtidos expressos em kcal por 4,182.

### **2.3.2. Índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT)**

Para avaliar a propensão da gordura, das diversas espécies, para influenciar a incidência de doença cardíaca coronária calcularam-se os índices aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT). Estes índices foram calculados com base nos valores absolutos (mg/100 g) de alguns ácidos gordos envolvidos nos processos pró- ou anti-inflamatórios. O cálculo dos índices IA e IT foi efetuado através das fórmulas descritas por Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = \frac{(12:0 + 4 \times 14:0 + 16:0)}{(\sum \omega 6\text{PUFA} + \sum \omega 3\text{PUFA} + \sum \text{MUFA})}$$

$$IT = \frac{(14:0 + 16:0 + 18:0)}{[0,5 \times \sum \text{MUFA} + 0,5 \times \sum \omega 6 \text{PUFA} + 3 \times \sum \omega 3 \text{PUFA} + (\sum \omega 3 \text{PUFA} / \sum \omega 6 \text{PUFA})]}$$

Sendo:

$\sum \text{MUFA}$  = Somatório dos ácidos gordos monoinsaturados;

$\sum \omega 6 \text{PUFA}$  = Somatório dos ácidos gordos polinsaturados da família  $\omega 6$ ;

$\sum \omega 3 \text{PUFA}$  = Somatório dos ácidos gordos polinsaturados da família  $\omega 3$ .

### 2.3.3. Índice de ácidos gordos hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos (h/H)

O cálculo do índice hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos (h/H) foi estabelecido com base no conhecimento sobre os efeitos dos diferentes ácidos gordos no metabolismo do colesterol (Santos-Silva et al., 2002). O índice h/H foi determinado com base na equação descrita por Santos-Silva et al. (2002):

$$h/H = \frac{(18:1\omega 9 + 18:2\omega 6 + 20:4\omega 6 + 18:3\omega 3 + 20:5\omega 3 + 22:5\omega 3 + 22:6\omega 3)}{(14:0 + 16:0)}$$

### 2.3.4. Score de aminoácidos (*Amino acid score*)

O *score* de aminoácidos (AS) foi determinado em relação aos valores de referência correspondentes às necessidades diárias em aminoácidos essenciais para adultos (Tabela 1.13). Este índice é dado pela razão entre o conteúdo de cada aminoácido essencial nas proteínas das várias espécies em análise e as necessidades diárias para adultos de cada um desses aminoácidos, em mg/g de proteína, de acordo com a equação:

$$AS (\%) = \frac{\text{Miligrama do aminoácido por grama de proteína do alimento}}{\text{Necessidade diária do aminoácido em miligrama por grama de proteína}} \times 100$$

### 2.3.5. Contribuição nutricional e risco toxicológico

A contribuição nutricional de cada uma das espécies foi determinada tendo em consideração os teores em energia, proteína, gordura, EPA e DHA, macrominerais, oligoelementos e colesterol, bem como os respetivos valores diários recomendados para adultos (União Europeia, 2011; EFSA, 2017a; EFSA, 2019; WHO, 2007), ou, no caso do colesterol, o valor máximo diário recomendado (EFSA, 2015). No caso dos peixes, considerou-se uma refeição como correspondendo a 150 g (EFSA, 2015i).

Relativamente ao caranguejo, considerou-se 75 g como o peso de uma porção de músculo e 50 g como o peso de uma porção de hepatopâncreas (Maulvault et al., 2011).

O risco toxicológico foi avaliado tendo em consideração os valores de ingestão semanal tolerável provisória (PTWI) para o metilmercúrio de 1,3 µg Hg/kg de peso corporal (EFSA, 2015) e 2,5 µg/kg de peso corporal para o cádmio (EFSA, 2011). No caso do mercúrio considerou-se o pior dos cenários, ou seja, considerou-se que todo o mercúrio doseado se encontrava na forma de metilmercúrio. Nesta avaliação considerou-se 60 kg como sendo o peso médio de um adulto (Reksten et al., 2020).

O risco toxicológico foi avaliado pela a percentagem de aproximação à PTWI. Foi também calculada a quantidade máxima possível de refeições que poderão ser ingeridas por semana, sem que o valor de PTWI seja excedido.

#### **2.4. Análise estatística**

Quando a suposição de normalidade e homogeneidade de variância foram verificadas, utilizaram-se testes paramétricos para identificar diferenças significativas entre tecidos, espécies e/ou épocas de captura na composição química proximal, colesterol, perfis de ácidos gordos e de aminoácidos, elementos essenciais e tóxicos. Sempre que a suposição de normalidade e homogeneidade de variância não foram verificadas, foram aplicadas análises não paramétricas de variância (Kruskal-Wallis) e testes de comparação múltipla. O nível de significância ( $\alpha$ ) foi estabelecido em 0,05, pelo que se considerou existirem valores significativamente diferentes sempre que o valor de p (p-value) calculado foi menor que 0,05. A análise estatística foi realizada com o software STATISTICA™ 7,0 (StatSoft).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Caracterização biométrica das espécies estudadas

Todos os exemplares das várias espécies em estudo, nomeadamente caranguejo (*Chaceon maritae*), carapau (*Trachurus trecae*), sardinela (*Sardinella aurita*), cavala (*Scomber japonicus*) e corvina (*Atractoscion aequidens*), capturadas nas duas épocas diferentes (março e outubro de 2015), ao largo da província do Namibe, em Angola, foram medidos e pesados.

##### 3.1.1. Caracterização biométrica do caranguejo

Em relação ao caranguejo, registou-se o peso e efetuou-se a medição da largura e comprimento das carapaças de todos os exemplares (Tabela 3.1). Não se registaram diferenças significativas entre o peso, bem como entre o comprimento de carapaça dos exemplares recolhidos em março e em outubro. Pelo contrário, os espécimes capturados em março apresentaram em média uma largura de carapaça significativamente superior à dos espécimes capturados em outubro. Já foram relatadas para esta espécie, larguras de carapaça até 165 milímetros para machos e até 120 milímetros para fêmeas, embora relativamente poucas fêmeas atinjam uma largura de carapaça superior a 100 milímetros (Melville-Smith, 1988 e 1989). A diferença observada na largura de carapaça sugere, que os caranguejos capturados em março fossem, em média, mais velhos que os caranguejos capturados em outubro.

**Tabela 3.1. Dados biométricos do *C. maritae* capturado em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março	Outubro
Número de espécimes	26 (Fêmeas)	30 (Fêmeas)
Largura da carapaça (mm)	87 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (81-95)	80 $\pm$ 3 <sup>b</sup> (72-89)
Comprimento da carapaça (mm)	76 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (69-84)	74 $\pm$ 4 <sup>a</sup> (67-85)
Peso total (g)	157 $\pm$ 30 <sup>a</sup> (99,0-211,0)	145 $\pm$ 21 <sup>a</sup> (110,0-182,0)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

##### 3.1.2. Caracterização biométrica do carapau

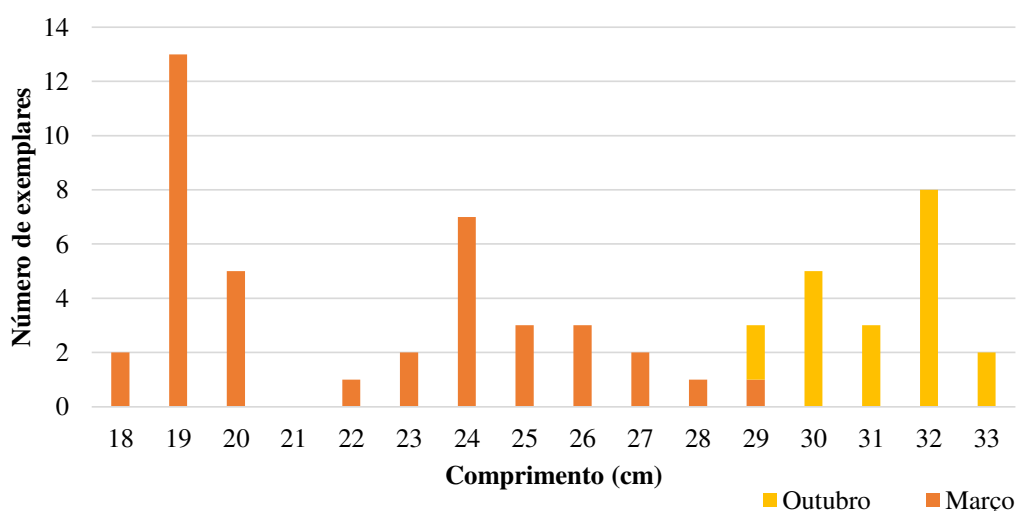
No caso do carapau (Tabela 3.2), verificaram-se diferenças significativas entre o comprimento, peso total e peso edível dos espécimes capturados nas duas épocas em análise, sendo os carapaus capturados em outubro maiores e mais pesados do que os capturados em março. A Figura 3.1 permite visualizar a diferença de dimensão dos espécimes de carapau capturados em março e em outubro. A observação da figura, permite ainda verificar, a existência de uma elevada variabilidade

entre o comprimento dos exemplares capturados em março. Esta variabilidade foi igualmente descrita por Korsbrekke et al. (2012), para o carapau do Cunene capturado na zona mais a Sul da costa angolana em março de 2012. Estes autores encontraram peixes com comprimentos entre 5 e 33 cm, com três grupos modais bem definidos (moda aos 5, 18 e 24 cm). No presente trabalho não se encontraram tamanhos tão pequenos uma vez que só se capturaram exemplares com tamanho comercial.

**Tabela 3.2. Dados biométricos dos exemplares de carapau capturados em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março	Outubro
Número de espécimes	40	20
Comprimento (cm)	22,0 $\pm$ 3,2 <sup>b</sup> (18,0-28,5)	31,0 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup> (28,5-32,6)
Peso total (g)	102 $\pm$ 44 <sup>b</sup> (53-198)	291 $\pm$ 46 <sup>a</sup> (217 – 372)
Peso edível (g)	36 $\pm$ 17 <sup>b</sup> (17 – 68)	113 $\pm$ 26 <sup>a</sup> (73 – 181)
Rendimento (%)	36 $\pm$ 5 <sup>a</sup> (24 – 53)	39 $\pm$ 6 <sup>a</sup> (22 – 52)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.1. Distribuição do comprimento total do carapau do Cunene nas duas épocas de captura.**

O comprimento dos peixes mostra ainda, que na segunda época só foram capturados indivíduos adultos (comprimento total  $> 21$  cm, Korsbrekke et al., 2012), enquanto que na primeira época foram capturados indivíduos mais jovens.

Com o objetivo de averiguar se a diferença de tamanho poderia ter algum impacto no valor nutricional do carapau, os peixes capturados em março foram divididos em dois grupos e a sua composição nutricional foi estudada em separado. Assim, os carapaus capturados em março foram

divididos nos grupos C1 e C2, tendo os peixes do grupo C1 comprimento e peso significativamente superior aos peixes do grupo C2 (Tabela 3.3). Comparando os grupos C1 e C2 com os exemplares capturados em outubro, verifica-se que os peixes capturados nesta última data apresentaram comprimento, peso total e peso edível superior quer aos do grupo C1, quer aos do grupo C2 (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3. Caracterização dos grupos de *T. trecae* constituídos para avaliação nutricional (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março		Outubro
	C1	C2	
Número de espécimes	20	20	20
Comprimento (cm)	24,9 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup> (22,2 – 28,5)	19,0 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup> (18,0 – 20,0)	31,0 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup> (28,5-32,6)
Peso total (g)	141 $\pm$ 27 <sup>b</sup> (105 – 198)	62 $\pm$ 5 <sup>c</sup> (53 – 74)	291 $\pm$ 46 <sup>a</sup> (217 – 372)
Peso edível (g)	51 $\pm$ 10 <sup>b</sup> (34 – 68)	22 $\pm$ 3 <sup>c</sup> (17 – 29)	113 $\pm$ 26 <sup>a</sup> (73 – 181)
Rendimento (%)	36 $\pm$ 6 <sup>a</sup> (24 – 53)	35 $\pm$ 4 <sup>a</sup> (30 – 49)	39 $\pm$ 6 <sup>a</sup> (22 – 52)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

### 3.1.3. Caracterização biométrica da sardinela

Não se verificaram diferenças significativas entre o comprimento, peso total e peso edível dos espécimes de sardinela capturados nas duas épocas (Tabela 3.4).

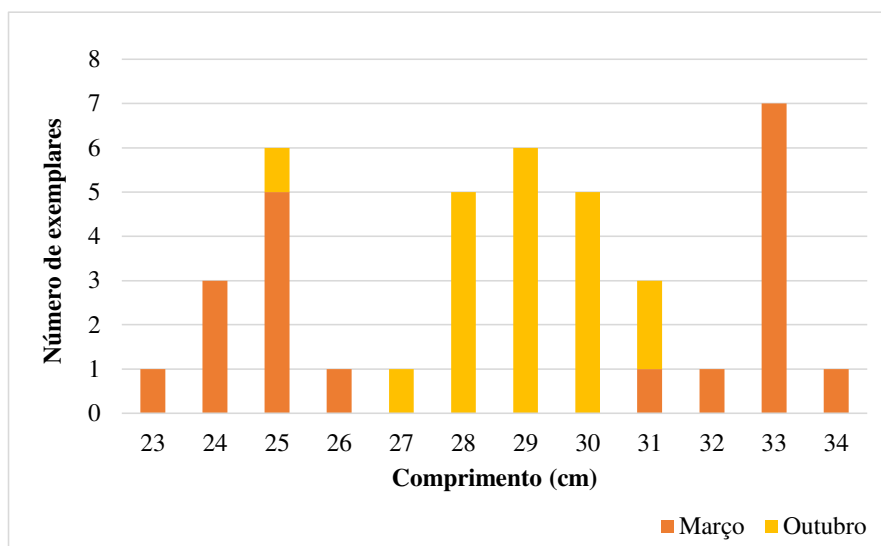
**Tabela 3.4. Dados biométricos dos exemplares de sardinela capturados em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março	Outubro
Número de espécimes	20	20
Comprimento (cm)	28,5 $\pm$ 4,3 <sup>a</sup> (22,8-34,0)	28,7 $\pm$ 1,2 <sup>a</sup> (25,0-30,5)
Peso total (g)	233 $\pm$ 111 <sup>a</sup> (101-366)	214 $\pm$ 28 <sup>a</sup> (142 – 270)
Peso edível (g)	105 $\pm$ 49 <sup>a</sup> (46 – 165)	93 $\pm$ 14 <sup>a</sup> (55 – 115)
Rendimento (%)	45 $\pm$ 4 <sup>a</sup> (39 – 50)	43 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (39 – 48)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Apesar de não se terem verificado diferenças significativas em termos do peso e comprimento médio dos exemplares, verificaram-se diferenças em relação à estrutura de comprimentos nas duas épocas. Assim, os espécimes capturados em março apresentaram uma elevada variabilidade de

dimensão, podendo identificar-se dois grupos distintos (moda aos 25 e 33 cm) (Figura 3.2). Em outubro a dimensão dos peixes foi mais uniforme (moda aos 29 cm). O comprimento dos peixes mostra ainda, que na segunda época só foram capturados indivíduos adultos (comprimento total  $\geq 25$  cm, Sabaly et al., 2019), enquanto que na primeira época foram capturados indivíduos mais jovens.



**Figura 3.2. Distribuição do comprimento total do sardinela nas duas épocas de captura.**

Com o objetivo de averiguar se a diferença de tamanho poderia ter algum impacto no valor nutricional da sardinela, os peixes capturados em março foram divididos em dois grupos e a sua composição nutricional foi estudada em separado. Assim, os exemplares de sardinela capturados em março foram divididos nos grupos S1 e S2, tendo os peixes do grupo S1 (grupo com moda aos 33 cm) comprimento, peso total e peso edível significativamente superior aos peixes dos grupos S2 (grupo com moda aos 25 cm) (Tabela 3.5). Os peixes do grupo S1 apresentaram igualmente comprimento, peso total e peso edível significativamente superior aos peixes capturados em outubro (Tabela 3.5).

**Tabela 3.5. Caracterização dos grupos de *S. aurita* constituídos para avaliação nutricional (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março		Outubro
	S1	S2	
Número de espécimes	10	10	20
Comprimento (cm)	32,6 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup> (30,5 – 34,0)	24,4 $\pm$ 0,9 <sup>c</sup> (22,8 – 26,0)	28,7 $\pm$ 1,2 <sup>b</sup> (25,0-30,5)
Peso total (g)	340 $\pm$ 17 <sup>a</sup> (313 – 366)	125 $\pm$ 13 <sup>c</sup> (101– 143)	214 $\pm$ 28 <sup>b</sup> (142 – 270)
Peso edível (g)	152 $\pm$ 13 <sup>a</sup> (132,0 – 172,0)	58 $\pm$ 8 <sup>c</sup> (46 – 75)	93 $\pm$ 14 <sup>b</sup> (55 – 115)
Rendimento (%)	45 $\pm$ 4 <sup>a</sup> (39 – 51)	46 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (41 – 52)	43 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (39 – 48)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).



### 3.1.4. Caracterização biométrica da cavala

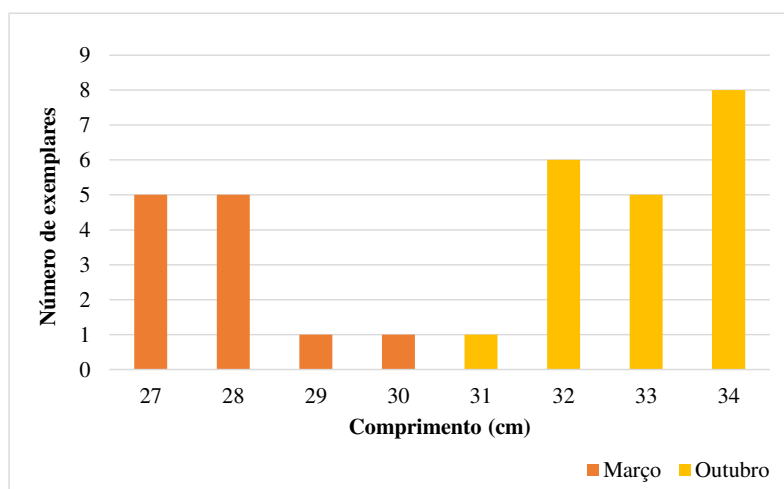
Em relação à cavala (Tabela 3.6), verificaram-se diferenças significativas no comprimento, peso total e peso edível entre as duas épocas, sendo as cavalas capturadas no mês de outubro maiores e mais pesadas do que as capturadas em março.

**Tabela 3.6. Dados biométricos dos exemplares de cavala capturados em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março	Outubro
Número de espécimes	12	20
Comprimento (cm)	$27,8 \pm 0,7^b$ (27 – 29,5)	$32,8 \pm 0,8^a$ (31,2 – 34,0)
Peso total (g)	$190 \pm 15^b$ (170 – 230)	$339 \pm 31^a$ (274 – 375)
Peso edível (g)	$88 \pm 9^b$ (75 – 102)	$146 \pm 18^a$ (111 – 178)
Rendimento (%)	$46 \pm 4^a$ (42 – 52)	$43 \pm 3^b$ (37 – 49)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Ao contrário do verificado com o carapau ou com a sardinela, em nenhuma das épocas foi possível encontrar grande heterogeneidade no comprimento dos diversos exemplares capturados (Figura 3.3). Baird (1977) estudou a relação entre a idade e o comprimento total da cavala com base na observação de 1742 otólitos, de exemplares provenientes de capturas comerciais na costa da África do Sul. De acordo com este autor, esta espécie apresenta um comprimento total de cerca de 27 cm ao fim de um ano e de cerca de 37 cm ao fim de dois anos. Desta forma, considerando que o desenvolvimento da cavala na costa Sul de Angola é semelhante ao verificado na costa da África do Sul, é possível concluir que os exemplares capturados deveriam ter entre um e dois anos de idade.



**Figura 3.3. Distribuição do comprimento total da cavala nas duas épocas de captura.**

### 3.1.5. Caracterização biométrica da corvina

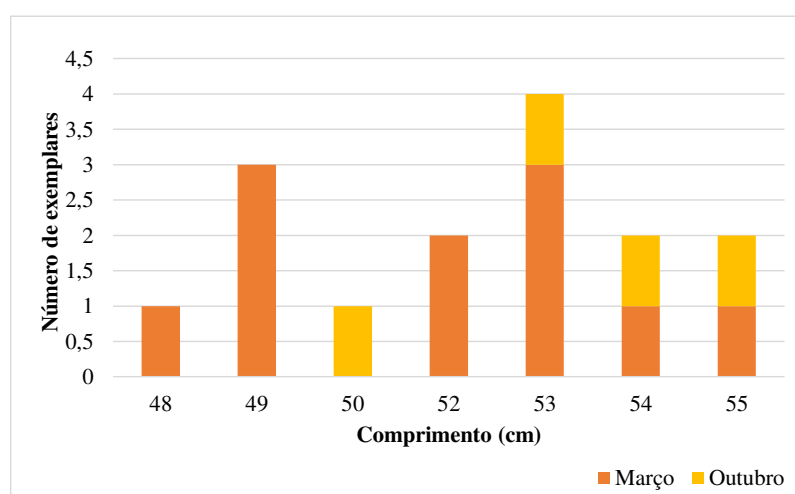
Os dados biométricos da corvina (Tabela 3.7) mostram a inexistência de diferenças significativas entre o comprimento médio dos exemplares capturados nas duas épocas, mostrando, porém, diferenças significativas em relação ao peso total e edível, sendo as corvinas capturadas no mês de outubro mais pesadas do que as capturadas no mês de março. Em outubro, verificou-se alguma dificuldade na captura desta espécie, o que originou um número baixo de exemplares para análise. A explicação para esta dificuldade pode relacionar-se com o facto da corvina ser uma espécie migratória (Henriques et al., 2014 e 2016).

**Tabela 3.7. Dados biométricos dos exemplares de corvina capturados em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão, entre parêntesis apresentam-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro).**

	Março	Outubro
Número de espécimes	11	4
Comprimento (cm)	51,4 $\pm$ 2,5 <sup>a</sup> (47,5 – 55,0)	53,0 $\pm$ 2,2 <sup>a</sup> (50,0 – 55,0)
Peso total (g)	947 $\pm$ 98 <sup>b</sup> (821 – 1081)	1256 $\pm$ 117 <sup>a</sup> (1136 – 1365)
Peso edível (g)	428 $\pm$ 53 <sup>b</sup> (358 – 510)	523 $\pm$ 65 <sup>a</sup> (458 – 605)
Rendimento (%)	45 $\pm$ 3 <sup>a</sup> (43 – 51)	42 $\pm$ 5 <sup>a</sup> (36 – 46)

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

A Figura 3.4 mostra que, no caso da corvina, não se verificou grande heterogeneidade no comprimento dos diversos exemplares capturados nas duas épocas em análise. O comprimento dos peixes mostra ainda que, em ambas as épocas, foram capturados exemplares com idade superior a 2 anos (comprimento total  $> 45,2$  cm, Henriques et al., 2016).



**Figura 3.4. Distribuição do comprimento total da corvina nas duas épocas de captura.**

### 3.2. Análise química das espécies

Nos pontos que se seguem serão apresentados os resultados obtidos na análise da composição química e do valor nutricional das cinco espécies estudadas. Por se tratar de um crustáceo, os resultados obtidos com o *C. maritae* serão apresentados de forma separada das restantes espécies.

#### 3.2.1. Composição química aproximada

##### 3.2.1.1. Composição química aproximada do *C. maritae*

A análise da composição química e valor nutricional do *C. maritae* foi efetuada em caranguejos previamente cozidos, uma vez que esta é a principal forma de comercialização em Angola. Diversos autores têm estudado o efeito da confeção sobre a composição química dos tecidos edíveis de diferentes espécies de caranguejo, chegando a conclusões nem sempre concordantes. Assim, enquanto em alguns estudos reportam a ausência de diferenças significativas entre os tecidos crus e cozinhados (Skonberg & Perkins), outros referem que a cozedura leva a variações, nomeadamente a uma ligeira diminuição do teor em humidade e a um ligeiro aumento do teor em cinza e proteína (Maulvault et al., 2012, Risso & Carelli, 2012).

A composição química aproximada dos tecidos edíveis (músculo, gónadas (ovários) e hepatopâncreas) dos exemplares capturados em março e outubro é apresentada na Tabela 3.8. Apesar da cozedura poder ter tido algum efeito sobre a composição química aproximada, o músculo do *C. maritae* capturado na costa do Namibe apresentou, após cozedura, uma composição química aproximada em linha com a de outras espécies da família Geryonidae. Assim, o músculo do *C. maritae* do Namibe apresentou teores em proteína, cinza e gordura total aproximados aos relatados para o músculo cru de *C. affinis* da Madeira (Portugal) (17,8 g/100 g; 2,3 g/100 g e 0,7 g/100 g, para proteína, cinza e gordura, respetivamente) (Vasconcelos & Braz, 2001), músculo de *C. quinquedens* da Nova Escócia (Canadá) cozido a vapor (15,1 g/100 g; 1,75 g/100 g e 0,88 g/100g para a proteína, cinza e gordura, respetivamente) (Lauer et al., 1974) e um teor em gordura similar ao relatado para o músculo cozido de *C. quinquedens* de Nova Jersey (Estados Unidos da América) (0,9 g/100 g) (Krzynowek et al., 1982). A composição química aproximada do *C. maritae* do Namibe foi, igualmente, similar à relatada para fêmeas adultas de outras espécies de caranguejo como *Portunus trituberculatus* (15,73 g/100 g e 1,20 g/100g para proteína e gordura, respetivamente) (He et al., 2017), ou o *Portunus pelagicus* (18,4 g/100 g e 1,8 g/100g para proteína e gordura, respetivamente) (Wu et al., 2010).

**Tabela 3.8. Composição aproximada (g/100 g de peso fresco) e valor energético dos tecidos edíveis cozidos de *C. maritae* capturado em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	Março			Outubro		
	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas
Humidade	76,6 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	60,2 $\pm$ 0,4 <sup>e</sup>	67,3 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	75,8 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	60,0 $\pm$ 0,1 <sup>e</sup>	64,4 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>
Cinza	3,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	2,1 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	2,6 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	3,0 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	2,0 $\pm$ 0,0 <sup>d</sup>	2,4 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>
Proteína	17,7 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	21,4 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	11,5 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	17,1 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	21,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	12,2 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>
Gordura	1,0 $\pm$ 0,0 <sup>e</sup>	11,8 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	16,8 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	1,0 $\pm$ 0,0 <sup>e</sup>	12,7 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	20,0 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>
Energia (kcal)	79,8 $\pm$ 1,7 <sup>d</sup>	191,2 $\pm$ 3,3 <sup>c</sup>	197,0 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	77,5 $\pm$ 0,3 <sup>d</sup>	201,8 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>	230,2 $\pm$ 2,1 <sup>a</sup>
Energia (kJ)	333,9 $\pm$ 7,1 <sup>d</sup>	799,8 $\pm$ 13,9 <sup>c</sup>	824,2 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>	324,3 $\pm$ 1,3 <sup>d</sup>	840,3 $\pm$ 6,0 <sup>b</sup>	963,1 $\pm$ 8,9 <sup>a</sup>

Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Em geral, observaram-se diferenças significativas entre a composição química dos diferentes tecidos (Tabela 3.8). Assim, o músculo apresentou o teor em humidade e em cinza mais elevado, os ovários o maior teor de proteínas e o hepatopâncreas o maior teor de gordura. Os resultados mostraram que o músculo e os ovários são mais ricos em proteínas que o hepatopâncreas e que o hepatopâncreas e os ovários são mais ricos em gordura do que o músculo. Devido ao seu maior teor de gordura, os ovários e hepatopâncreas apresentaram um valor energético superior ao do músculo. Outros autores relataram padrões semelhantes de composição tecidual em outras espécies, capturadas noutras localizações geográficas, tais como, por exemplo, *Portunus trituberculatus* (He et al., 2017), *Portunus pelagicus* (Wu et al., 2010), *Maja brachydactyla* (Marques et al., 2010), ou *Cancer pagurus* (Barrento et al., 2010). No entanto, algumas dessas espécies apresentaram menores teores de gordura no músculo, ovário e hepatopâncreas (Barrento et al., 2010; Marques et al., 2010). As diferenças observadas entre a composição química dos diversos tecidos podem estar relacionadas com as suas respetivas funções. O músculo é um tecido estrutural composto principalmente por proteínas e lípidos estruturais, enquanto que o hepatopâncreas e os ovários são ricos em lípidos de armazenamento necessários para assegurar as necessidades fisiológicas dos caranguejos (Maulvault et al., 2012).

Comparando a composição química aproximada nas duas épocas em análise (março e outubro), as diferenças mais acentuadas foram observadas nos teores em humidade e gordura do hepatopâncreas. Assim, o hepatopâncreas dos espécimes capturados em outubro apresentou um teor de humidade inferior e um teor de gordura superior ( $\approx 19\%$ ) ao do hepatopâncreas dos espécimes capturados em março. Estas variações no teor em gordura foram igualmente relatadas em carne escura (maioritariamente gónadas e hepatopâncreas) de *Cancer pagurus* provenientes da costa da Escócia, cujo teor de gordura, determinado nos tecidos crus ou após cozedura, foi sempre mais elevado nos exemplares capturados durante o verão do que nos capturados durante a primavera (Maulvault et al., 2012). As flutuações sazonais no teor em gordura podem estar relacionadas com variações ambientais,

como, por exemplo, variações na temperatura ou na disponibilidade de alimentos, bem como com variações na fisiologia dos próprios animais (Maulvault et al., 2012).

### 3.2.1.2. Composição química aproximada de *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens*

A composição química aproximada (humidade, cinza, proteína e gordura) foi determinada nos meses março e outubro, encontrando-se os resultados na Tabela 3.9. Na mesma tabela são, igualmente, apresentados os valores energéticos, calculados com base na percentagem em gordura e em proteína, considerado irrelevante a contribuição dos açúcares (Huss, 1995). Conforme já referido, no caso do carapau e da sardinela capturados em março foi possível distinguir espécimes de maiores dimensões, correspondendo a indivíduos adultos (grupos C1 e S1, repetivamente), e espécimes de menor dimensão, correspondendo a indivíduos mais jovens (grupos C2 e S2, respetivamente), tendo a composição química aproximada sido determinada em separado para cada um destes grupos.

**Tabela 3.9. Composição química aproximada (g /100 g peso fresco) e valor energético das espécies capturadas em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

Espécie	Época	Humidade	Cinza	Proteína	Gordura	Energia (kcal)	Energia (kJ)
Carapau	C1 (março)	73,8 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	1,5 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	20,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	2,7 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	105 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	440 $\pm$ 10 <sup>b</sup>
	C2 (março)	75,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	1,4 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	20,4 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	1,7 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	97 $\pm$ 1 <sup>c</sup>	405 $\pm$ 4 <sup>c</sup>
	Outubro	70,4 $\pm$ 1,7 <sup>c</sup>	1,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	19,2 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	8,5 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	153 $\pm$ 16 <sup>a</sup>	642 $\pm$ 65 <sup>a</sup>
Sardinela	S1 (março)	71,1 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	1,6 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	20,9 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	5,4 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	132 $\pm$ 3 <sup>b</sup>	553 $\pm$ 11 <sup>b</sup>
	S2 (março)	75,3 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	1,5 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	20,0 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	1,5 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	93 $\pm$ 1 <sup>c</sup>	390 $\pm$ 1 <sup>c</sup>
	Outubro	67,5 $\pm$ 1,4 <sup>c</sup>	1,5 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	19,8 $\pm$ 3,5 <sup>a</sup>	9,1 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	161 $\pm$ 12 <sup>a</sup>	672 $\pm$ 50 <sup>a</sup>
Cavala	Março	71,8 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	1,5 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	22,4 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	3,8 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	124 $\pm$ 10 <sup>a</sup>	519 $\pm$ 43 <sup>a</sup>
	Outubro	68,1 $\pm$ 1,5 <sup>b</sup>	1,3 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	22,7 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 2,6 <sup>a</sup>	153 $\pm$ 24 <sup>a</sup>	638 $\pm$ 99 <sup>a</sup>
Corvina	Março	76,4 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	1,3 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	19,7 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	1,6 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	93 $\pm$ 2 <sup>a</sup>	390 $\pm$ 6 <sup>a</sup>
	Outubro	75,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	1,3 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	20,2 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	2,0 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	99 $\pm$ 5 <sup>a</sup>	412 $\pm$ 23 <sup>a</sup>

Para cada espécie, letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

As espécies em estudo, nomeadamente *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens*, capturadas ao largo do Namibe, apresentaram um teor de humidade, proteína, cinza e gordura dentro das gamas indicadas por Huss (1995) como sendo as mais comuns para estes constituintes no músculo do peixe.

De um modo geral, os exemplares capturados em outubro apresentaram um teor em humidade inferior e um teor em gordura superior aos exemplares da mesma espécie capturados em março, embora no caso da cavala e da corvina esse aumento não tenha tido significado estatístico. Da mesma

forma, a comparação da composição química aproximada dos carapaus e das sardinelas de diferentes dimensões revelou a existência de diferenças significativas entre os teores em humidade e em gordura, apresentando quer os carapaus, quer as sardinelas de maior dimensão (grupos C1 e S1) teores em humidade inferiores e teores em gordura superiores aos apresentados pelos peixes de menor dimensão (grupos C2 e S2). Estudos efetuados com outras espécies pelágicas, nomeadamente capelim (*Mallotus villosus*) e arenque do Pacífico (*Clupea pallasii*) (Anthony et al., 2000) ou sarda (*Scomber scombrus*) (Wallace, 1991), apontam no sentido de se verificarem correlações positivas entre o teor em gordura dos peixes e a sua idade e/ou tamanho, o que corrobora os resultados obtidos com os grupos de carapau e sardinela de menor dimensão.

O estudo da variação ao longo do ano da composição química aproximada de outras espécies, como por exemplo o carapau-do-Japão (*Trachurus japonicus*) capturado na costa portuguesa (Bandarra et al., 2001), a sarda (*Scomber scombrus*) capturada na costa sul de Inglaterra (Wallace, 1991), o carapau (*Trachurus trachurus*) e a cavala (*Scomber japonicus*) capturados no nordeste do Mediterrâneo (Çelik, 2008), ou a cavala (*Scomber japonicus*) capturada ao largo da Coreia do Sul (Bae & Lim, 2012; Shim et al., 2017), mostraram, igualmente, que enquanto os teores em proteína e em cinza se mantinham aproximadamente constantes ao longo do ano, os teores em humidade e em gordura apresentavam variações, estando o teor em gordura inversamente relacionado com o teor de humidade. Estas variações sazonais no teor em gordura são características das espécies pelágicas, como o carapau do Cunene, a sardinela ou a cavala, sendo que normalmente a gordura atinge o seu valor mais baixo no período de desova (Cahu et al., 2004). A disponibilidade em alimentos, as diferenças na temperatura da água e o estado de maturação sexual dos animais são fatores que podem estar na base das variações sazonais no teor em gordura, sendo que os níveis mais baixos durante o período de desova estão relacionados com a mobilização de gordura associada à gametogénese (Bandarra et al., 1997).

Conforme já referido, na costa sul de Angola (Namibe), o carapau-do-Cunene apresenta múltiplas desovas durante uma única época de postura, no entanto, a altura do pico da postura não foi ainda definida (Ndjaula et al., 2013). Um estudo preliminar, em que se observaram as gónadas de 318 indivíduos capturados em 2015 na costa do Namibe, sugere que o processo de desenvolvimento maturativo se inicie no decorrer de janeiro e atinja o pico em março (Baião, 2015). Também para a sardinela, um estudo preliminar efetuado com exemplares capturados em 2015 na costa do Namibe, indicou março como sendo o mês da desova (Quiatuhanga, 2015). Estes resultados podem explicar o menor teor em gordura do carapau e da sardinela capturados em março, uma vez que, conforme anteriormente referido, os teores em gordura são normalmente inferiores no período de desova (Cahu et al., 2004). No entanto, é importante ressaltar que em ambos os estudos referidos (Baião, 2015 e Quiatuhanga, 2015) só foram analisados exemplares capturados entre janeiro e abril pelo que não se

pode excluir que possam existir épocas de desova mais tardias. No caso do carapau, o maior comprimento dos peixes capturados em outubro pode também estar, de algum modo, relacionado com o teor em gordura mais elevado que estes apresentaram.

Em relação à corvina e, especialmente à cavala, apesar de parecer existir uma tendência para que a gordura seja mais elevada em outubro, as diferenças verificadas entre estas duas épocas não tiveram significado estatístico. Os resultados obtidos com corvina estão de acordo com resultados obtidos com outras espécies pertencentes à família Sciaenidae, nomeadamente com *Micropogonias furnieri*, que também não parece sofrer alterações no teor de gordura em função da época de captura (Chaguri et al., 2015).

Os teores em gordura apresentados pelas diversas espécies variaram entre 1,5 mg/100 g (sardinela de menor dimensão em março) e 9,1 mg/100g (sardinela em outubro). Segundo a classificação proposta por Ackman (1990) a corvina pode ser classificada como uma espécie magra e a cavala como uma espécie de baixo ou médio teor em gordura. Segundo a mesma classificação, a sardinela e o carapau, em março podem ser classificados como espécies magras (grupos S2 e C2) ou com médio teor em gordura (grupos S1 e C1) e em outubro como espécies gordas.

Em relação ao teor em proteína verificou-se uma maior semelhança, quer entre espécies quer entre épocas, com os valores a variar entre  $19,2 \pm 0,2$  g/100 g (carapau em outubro) e  $22,7 \pm 1,0$  g/100 g (cavala em outubro). Apenas no caso do carapau se verificou uma diferença significativa no teor em proteína entre as duas épocas, sendo o valor de outubro ( $19,2 \pm 0,2$  g/100g) inferior ao de março ( $20,2 \pm 0,1$  g/100g). No caso dos peixes, o teor em proteína é relativamente constante, variando normalmente entre 15 e 21 g/100g, podendo, no entanto, observar-se algumas variações durante a maturação das gónadas, a realização de longas migrações de desova ou ainda devido a fatores externos como, por exemplo, como a escassez de alimentos. Todas estas situações podem levar a que, para além da gordura, a proteína seja também utilizada para obtenção de energia (Huss, 1995).

Tal como verificado em relação ao teor em proteína, também em relação ao teor em cinza se verificou uma maior semelhança, quer entre espécies, quer entre épocas, com os valores a variar entre  $1,2 \pm 0,1$  g/100 g (carapau em outubro) e  $1,6 \pm 0,1$  g/100 g (sardinela de maior dimensão em março). Apenas no caso da cavala se verificou uma diferença significativa no teor em cinza entre as duas épocas, sendo o teor em cinza em outubro ( $1,3 \pm 0,1$  g/100g) inferior ao de março ( $1,5 \pm 0,1$  g/100g).

O valor energético variou entre  $93 \pm 2$  kcal/100 g e  $161 \pm 12$  kcal/100 g. Devido ao maior teor em gordura, o carapau e a sardinela apresentaram em outubro um valor energético significativamente superior ao apresentado em março. A corvina, juntamente com os carapaus e com as sardinelas de menor dimensão (grupos C2 e S2), foram os peixes que apresentaram um menor valor energético.

O baixo teor em gordura apresentado pela corvina capturada na costa do Namibe, que permitiu a sua classificação como peixe magro, de acordo com a classificação proposta por Ackman (1990), foi concordante com o relatado para outras espécies pertencentes à família Sciaenidae. Assim, a *Argyrosomus regius* capturado na costa portuguesa (Saavedra et al., 2017), ou a *Micropogonias furnieri* capturada em diversas regiões do Brasil, nomeadamente no Sul (Rio Grande do Sul) (Bonacina & Queiroz, 2007), Sudeste (Santos) ou Nordeste (Parnaíba) (Chaguri et al., 2015), apresentaram igualmente baixos teores em gordura (0,64 g/100g para *Argyrosomus regius* e entre 1,1 g/100g e 1,68 g/100g para *Micropogonias furnieri* capturada no Sul e no Sudeste do Brasil, respetivamente). Em relação a estas duas espécies, a corvina do Namibe apresentou, em ambas as épocas, um teor em proteína mais elevado (17,7 g/100g de proteína *Argyrosomus regius* e entre 17,48 g/100g e 18,8 g/100g de proteína para *Micropogonias furnieri* capturada no Nordeste e no Sul do Brasil, respetivamente).

Os teores em gordura e em proteína da *Scomber japonicus* de diferentes proveniências têm mostrado uma alguma variação. Por exemplo, exemplares capturados na costa portuguesa mostraram um teor em proteína de 20,3 g/100g e um teor em gordura de 13,4 g/100 g (IPMA, 2020a). Shim et al. (2017) ao estudar a composição da *Scomber japonicus* capturada na costa Sul da Coreia do Sul encontraram valores médios de proteína entre  $19,42 \pm 1,02$  g/100g e  $20,90 \pm 0,85$  g/100g e de gordura entre  $4,99 \pm 4,01$  g/100g e  $19,27 \pm 6,96$  g/100g. Shim et al. (2017) verificaram a existência de uma variação acentuada no teor em gordura de acordo com os meses de captura, tendo os valores mais elevados sido verificados em novembro e dezembro e os mais baixos em março. De igual modo, Çelik (2008) verificou a existência de variações significativas no teor em gordura da cavala capturada na costa Nordeste da Turquia, tendo os valores mais elevados ( $1,57 \pm 0,00$  g/100 g) sido obtidos na Primavera e os mais baixos ( $0,18 \pm 0,02$ ) no Inverno. No caso da proteína, os valores obtidos por Çelik (2008) variaram entre  $20,56 \pm 0,02$  (na Primavera) e  $22,63 \pm 0,03$  g/100g (no Inverno). Assim, em comparação com os resultados anteriormente descritos, a cavala capturada na costa do Namibe apresentou um teor em proteína elevado e um teor em gordura superior ao da cavala capturada na costa Turquia, inferior ao da capturada na costa portuguesa e semelhante ao da cavala capturada na costa da Coreia do Sul nos meses de março, abril e maio. Apesar das diferenças entre o teor em gordura da cavala em março e em outubro não terem tido significado estatístico, é possível que um estudo mais aprofundado, com colheitas com uma periodicidade mais apertada, pudesse encontrar diferenças mais acentuadas, uma vez que, para esta espécie estão descritas variações sazonais no teor em gordura (Çelik, 2008; Bae & Lim, 2012; Shim et al., 2017).

Para a sardinela e para o carapau os valores de gordura foram superiores e os valores de proteína inferiores aos publicados num estudo recente efetuado com exemplares capturados nos meses de setembro e outubro de 2017 na costa de Angola (Reksten et al., 2020). Estes autores determinaram



teores em gordura de  $5,42 \pm 2,2$  g/100g, para a sardinela e de  $6,98 \pm 1,1$ g/100g, para o carapau, e teores em proteína de  $21 \pm 0,5$  g/100g, para a sardinela e  $21 \pm 0,4$  g/100g, para o carapau. As diferenças observadas podem estar relacionadas com diversos fatores como, por exemplo, diferentes locais de captura na costa angolana ou diferenças de temperatura da água entre os anos de colheita.

A composição química aproximada do carapau do Cunene capturado na costa do Namibe, não diferiu largamente da do *Trachurus trachurus*, capturado na costa portuguesa, que apresentou teores em gordura entre 1,4% e 7,5%, e teores de proteína entre 18,3% e 19,9%, em diferentes épocas do ano (Bandarra et al., 2001).

### **3.2.2. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol**

#### **3.2.2.1. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol do *C. maritae***

O perfil em ácidos gordos dos tecidos edíveis dos caranguejos capturados em março e outubro ao largo do Namibe encontra-se apresentado na Tabela 3.10.

**Tabela 3.10. Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol dos tecidos edíveis do *C. maritae* capturado em março e outubro (média ± desvio padrão)**

Saturados	Março			Outubro		
	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas
14:0 (%)	1,71±0,15 <sup>a</sup>	3,60±1,86 <sup>a</sup>	3,40±0,40 <sup>a</sup>	2,05±0,28 <sup>a</sup>	2,27±0,06 <sup>a</sup>	3,93±0,69 <sup>a</sup>
16:0 (%)	10,95±0,50 <sup>a</sup>	13,59±2,86 <sup>a</sup>	12,54±0,18 <sup>a</sup>	12,03±0,87 <sup>a</sup>	11,41±0,12 <sup>a</sup>	13,61±0,42 <sup>a</sup>
18:0 (%)	4,94±0,06 <sup>b</sup>	3,24±0,18 <sup>c</sup>	4,85±0,16 <sup>b</sup>	5,17±0,02 <sup>ab</sup>	3,52±0,01 <sup>c</sup>	5,47±0,08 <sup>a</sup>
Outros SFA (%)	3,49±0,09 <sup>b</sup>	4,22±0,54 <sup>a</sup>	4,09±0,12 <sup>ab</sup>	3,54±0,08 <sup>ab</sup>	3,72±0,06 <sup>ab</sup>	4,48±0,22 <sup>a</sup>
ΣSFA (%)	21,07±0,62 <sup>a</sup>	24,65±5,07 <sup>a</sup>	24,87±0,58 <sup>a</sup>	22,78±1,21 <sup>a</sup>	20,90±0,11 <sup>a</sup>	27,48±1,25 <sup>a</sup>
ΣSFA (mg/100 g pf)	143,9±4,2 <sup>dC</sup>	2695±516 <sup>cB</sup>	3927±107 <sup>bC</sup>	155,6±10,4 <sup>dC</sup>	2480±37 <sup>cc</sup>	5178±284 <sup>aB</sup>
<b>Monoinsaturados</b>						
16:1(ω9+ω7) (%)	4,50±0,22 <sup>b</sup>	8,42±2,07 <sup>a</sup>	5,78±0,15 <sup>b</sup>	5,18±0,43 <sup>b</sup>	6,87±0,07 <sup>ab</sup>	6,17±0,27 <sup>ab</sup>
18:1ω9 (%)	12,77±0,45 <sup>b</sup>	14,88±0,55 <sup>a</sup>	15,27±0,99 <sup>a</sup>	14,27±0,07 <sup>ab</sup>	15,66±0,01 <sup>a</sup>	16,08±0,57 <sup>a</sup>
18:1ω7 (%)	4,23±0,06 <sup>cd</sup>	4,06±0,22 <sup>d</sup>	5,23±0,07 <sup>b</sup>	4,56±0,03 <sup>c</sup>	4,41±0,00 <sup>cd</sup>	5,70±0,04 <sup>a</sup>
20:1(ω11+ω9+ω7) (%)	3,40±0,29 <sup>d</sup>	3,66±0,59 <sup>d</sup>	6,19±0,11 <sup>b</sup>	3,94±0,34 <sup>cd</sup>	5,01±0,04 <sup>c</sup>	7,76±0,07 <sup>a</sup>
22:1ω11 (%)	1,67±0,22 <sup>cd</sup>	1,42±0,24 <sup>d</sup>	3,15±0,10 <sup>b</sup>	1,74±0,18 <sup>cd</sup>	2,14±0,01 <sup>c</sup>	4,27±0,09 <sup>a</sup>
Outros MUFA (%)	2,11±0,05 <sup>b</sup>	1,46±0,36 <sup>c</sup>	1,95±0,06 <sup>b</sup>	2,17±0,04 <sup>b</sup>	2,30±0,01 <sup>b</sup>	2,97±0,10 <sup>a</sup>
Σ MUFA (%)	28,68±0,92 <sup>c</sup>	33,90±1,28 <sup>cd</sup>	37,56±1,03 <sup>b</sup>	31,86±0,23 <sup>d</sup>	36,38±0,01 <sup>bc</sup>	42,95±0,33 <sup>a</sup>
ΣMUFA (mg/100 g pf)	195,9±6,3 <sup>eB</sup>	3714±99 <sup>dA</sup>	5928±126 <sup>bA</sup>	217,6±8,6 <sup>eB</sup>	4318±20 <sup>cb</sup>	8094±303 <sup>aA</sup>
<b>Polinsaturados</b>						
18:2ω6 (%)	0,78±0,08 <sup>bc</sup>	0,85±0,02 <sup>bc</sup>	1,06±0,06 <sup>a</sup>	0,77±0,01 <sup>c</sup>	0,81±0,01 <sup>bc</sup>	0,94±0,02 <sup>ab</sup>
18:3ω3 (%)	0,21±0,05 <sup>c</sup>	0,31±0,03 <sup>b</sup>	0,41±0,01 <sup>a</sup>	0,19±0,01 <sup>c</sup>	0,30±0,00 <sup>b</sup>	0,34±0,01 <sup>ab</sup>
20:4ω6 (%)	3,70±0,05 <sup>a</sup>	2,98±0,35 <sup>bc</sup>	2,76±0,07 <sup>c</sup>	3,43±0,08 <sup>ab</sup>	3,12±0,01 <sup>bc</sup>	2,06±0,02 <sup>d</sup>
20:5ω3 (%)	17,29±0,49 <sup>a</sup>	11,54±1,66 <sup>b</sup>	8,21±0,22 <sup>c</sup>	15,91±0,43 <sup>a</sup>	11,92±0,09 <sup>b</sup>	5,75±0,02 <sup>c</sup>
22:5ω3 (%)	2,18±0,03 <sup>ab</sup>	2,54±0,68 <sup>ab</sup>	2,17±0,11 <sup>ab</sup>	1,90±0,09 <sup>ab</sup>	2,99±0,03 <sup>a</sup>	1,70±0,04 <sup>b</sup>
22:6ω3 (%)	17,33±0,62 <sup>a</sup>	11,50±3,08 <sup>bc</sup>	11,14±0,62 <sup>bc</sup>	14,98±0,82 <sup>ab</sup>	12,72±0,23 <sup>ab</sup>	6,68±0,15 <sup>c</sup>
Outros PUFA (%)	5,42±0,06 <sup>c</sup>	6,32±0,19 <sup>a</sup>	6,22±0,14 <sup>ab</sup>	5,11±0,10 <sup>c</sup>	6,49±0,07 <sup>a</sup>	5,94±0,02 <sup>b</sup>
Σ PUFA (%)	46,90±0,97 <sup>a</sup>	36,04±5,95 <sup>bc</sup>	31,95±0,96 <sup>c</sup>	42,27±1,51 <sup>b</sup>	38,34±0,03 <sup>bc</sup>	23,56±0,13 <sup>d</sup>
Σ PUFA (mg/100 g pf)	320,3±6,6 <sup>cA</sup>	3957±709 <sup>bA</sup>	5045±186 <sup>aB</sup>	288,7±12,2 <sup>cA</sup>	4550±59 <sup>abA</sup>	4440±84 <sup>abC</sup>
Σ ω3PUFA (%)	38,97±0,98 <sup>a</sup>	28,45±5,67 <sup>bc</sup>	24,31±0,92 <sup>cd</sup>	34,83±1,37 <sup>ab</sup>	30,52±0,04 <sup>abc</sup>	16,52±0,16 <sup>d</sup>
Σω3PUFA (mg/100 g pf)	266,2±6,7 <sup>b</sup>	3124±666 <sup>a</sup>	3839±172 <sup>a</sup>	237,9±10,7 <sup>b</sup>	3622±50 <sup>a</sup>	3114±53 <sup>a</sup>
Σ ω6PUFA (%)	6,83±0,10 <sup>a</sup>	5,91±0,72 <sup>b</sup>	6,46±0,06 <sup>ab</sup>	6,18±0,13 <sup>ab</sup>	6,25±0,01 <sup>ab</sup>	5,44±0,02 <sup>b</sup>
Σω6PUFA (mg/100 g pf)	46,67±0,65 <sup>c</sup>	648±88 <sup>b</sup>	1020±13 <sup>a</sup>	42,21±1,35 <sup>c</sup>	742±7 <sup>b</sup>	1024±23 <sup>a</sup>
Σ ω3PUFA/Σω6 PUFA	5,70±0,16 <sup>a</sup>	4,78±0,40 <sup>c</sup>	3,76±0,14 <sup>d</sup>	5,63±0,11 <sup>ab</sup>	4,88±0,01 <sup>bc</sup>	3,04±0,02 <sup>e</sup>
EPA + DHA (%)	34,62±1,02 <sup>a</sup>	23,04±4,73 <sup>c</sup>	19,35±0,76 <sup>cd</sup>	30,89±1,25 <sup>ab</sup>	24,64±0,13 <sup>bc</sup>	12,60±0,13 <sup>d</sup>
EPA+DHA (mg/100 g pf)	236,4±6,9 <sup>b</sup>	2530±555 <sup>a</sup>	3056±141 <sup>a</sup>	210,9±8,6 <sup>b</sup>	2924±38 <sup>a</sup>	2375±32 <sup>a</sup>

Apenas os ácidos gordos que representam mais de 1% do total estão listados; pf) peso fresco; SFA) Ácidos gordos saturados; MUFA) Ácidos gordos monoinsaturados; PUFA) Ácidos gordos polinsaturados; EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosahexaenóico; (-) não determinado; h/H) Índice hipocolesterolémico/hipercolesterolémico. Em cada linha, letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05). Em cada coluna, letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os teores totais de SFA, MUFA e PUFA (p < 0,05).

**Tabela 3.10 (continuação). Perfil em ácidos gordos e teor em colesterol dos tecidos edíveis do *C. maritae* capturado em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão)**

	Março			Outubro		
	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas
SFA+MUFA+PUFA (%)	96,66 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	94,58 $\pm$ 0,51 <sup>b</sup>	94,38 $\pm$ 0,39 <sup>b</sup>	96,90 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	95,62 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>	93,98 $\pm$ 1,05 <sup>b</sup>
SFA+MUFA+PUFA (mg/100 g pf)	660,2 $\pm$ 2,69 <sup>c</sup>	10366 $\pm$ 130 <sup>d</sup>	14900 $\pm$ 155 <sup>b</sup>	661,8 $\pm$ 31,1 <sup>c</sup>	11348 $\pm$ 116 <sup>c</sup>	17712 $\pm$ 670 <sup>a</sup>
Índice de aterogenicidade	0,24 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,42 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	0,38 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,28 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,28 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,45 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
Índice de trombogenicidade	0,13 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,19 $\pm$ 0,07 <sup>ab</sup>	0,21 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,15 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,15 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,30 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
h/H	4,30 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	2,82 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>	2,58 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>	3,67 $\pm$ 0,41 <sup>ab</sup>	3,48 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	1,93 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>
Colesterol (mg/100 g pf)	62,8 $\pm$ 2,2 <sup>a</sup>	-	-	79,2 $\pm$ 9,3 <sup>a</sup>	-	-

Apenas os ácidos gordos que representam mais de 1% do total estão listados; pf) peso fresco; SFA) Ácidos gordos saturados; MUFA) Ácidos gordos monoinsaturados; PUFA) Ácidos gordos polinsaturados; EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosahexaenóico; -) não determinado; IA) Índice de aterogenicidade; IT) índice de trombogenicidade; h/H) Índice hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos. Em cada linha, letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ). Em cada coluna, letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os teores totais de SFA, MUFA e PUFA ( $p < 0,05$ ).

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o perfil em ácidos gordos dos diferentes tecidos, bem como entre as duas épocas de captura. No músculo, tanto em março como em outubro, os PUFA constituíram o principal grupo de ácidos gordos, seguidos dos MUFA e, finalmente, dos SFA. Por outro lado, os MUFA foram os principais ácidos gordos no hepatopâncreas, seguidos pelos SFA em outubro ou pelos PUFA em março. Em março, os PUFA e os MUFA ( $p > 0,05$ ) foram os principais grupos de ácidos gordos nos ovários, mas em outubro o conteúdo em PUFA foi significativamente superior ao conteúdo em MUFA. Nos ovários, em ambas as épocas de captura, os SFA foram o grupo de ácidos gordos com menor expressão.

Em todos os tecidos e em ambas épocas de captura, o ácido palmítico (16:0) foi o principal SFA, representando cerca de 50% do total destes ácidos gordos. O segundo SFA mais importante foi o ácido esteárico (18:0), representando cerca de 20% do total de SFA no músculo e no hepatopâncreas, e cerca de 15% nos ovários. Dentro dos MUFA, o ácido oleico (18:1 $\omega$ 9) foi o mais abundante, representando mais de 50% do total de MUFA em todos os tecidos e em ambas as épocas de captura. No músculo e nos ovários o ácido oleico foi seguido pela mistura do ácido palmitoleico (16:1 $\omega$ 7) e do seu isómero (16:1 $\omega$ 9), enquanto que no hepatopâncreas foi seguido pelos ácidos eicosenóicos (20:1 $\omega$ 9+ $\omega$ 7). O ácido eicosapentaenóico (EPA) (20:5 $\omega$ 3) e o ácido docosahexaenóico (DHA) (22:6 $\omega$ 3) foram os principais PUFA em todos os tecidos e em ambas as épocas analisadas.

Apesar de se terem verificado algumas variações nas percentagens de cada ácido, o perfil de ácidos gordos do músculo cozido de *C. maritae* capturado ao largo do Namibe foi concordante com os perfis apresentados pelo músculo de outras espécies de caranguejos, quer após cozedura (Krzynowek et al., 1982; Risso & Carelli, 2012), quer em cru (Barrento et al., 2010; Marques et al., 2010; Wu et

al., 2010; Risso & Carelli, 2012; He et al., 2017). Na verdade, o efeito da cozedura no perfil de ácidos gordos parece ser controverso. Assim, enquanto Maulvault et al. (2012) mostraram que a cozedura diminui fortemente os teores de SFA, MUFA e PUFA, tanto no músculo, como na carne escura de *Cancer pagurus*, Risso & Carelli (2012) mostraram que a cozedura originava um aumento do conteúdo de PUFA de *Lithodes santolla*.

Tal como observado no *C. maritae* do Namibe, os MUFA foram também o principal grupo de ácidos gordos encontrados no hepatopâncreas de machos e fêmeas de *Cancer pagurus* capturados no canal da Mancha e na costa da Escócia (Barrento et al., 2010). No entanto, noutras espécies, nomeadamente em *Maja brachydactyla* (Marques et al., 2010) e *Portunus pelagicus* (Wu et al., 2010), o principal grupo de ácidos gordos encontrados no hepatopâncreas foram os SFA.

Em relação ao perfil em ácidos gordos, as principais diferenças observadas entre tecidos foram nas percentagens dos MUFA 20:1( $\omega$ 11+ $\omega$ 9+ $\omega$ 7) e C22:1 $\omega$ 11, que apresentaram valores mais elevados no hepatopâncreas do que nos ovários e no músculo, e nas percentagens de DHA e EPA, que no hepatopâncreas, especialmente em outubro, foram menores do que no músculo e nos ovários. Mais uma vez, as diferenças observadas entre tecidos podem estar relacionadas com as suas diferentes funções fisiológicas. A percentagem mais elevada de 20:1( $\omega$ 11+ $\omega$ 9+ $\omega$ 7) no hepatopâncreas também foi relatada por outros autores (Barrento et al., 2010; Marques et al., 2010; Wu et al., 2010). O ácido 22:1 $\omega$ 11 também foi encontrado nos tecidos cozinhados de *Chaceon quinque-dens* (1,7%) e de *Cancer irroratus* (4,3%) capturados do Noroeste do Atlântico (Krzynowek et al., 1982).

Ao comparar o perfil em ácidos gordos nas duas épocas de captura, foi possível observar que, em outubro, a percentagem MUFA no músculo e hepatopâncreas foi mais elevada e a percentagem de PUFA mais baixa do que em março, enquanto que nos ovários os valores foram mais ou menos constantes. Como mencionado anteriormente, essas diferenças poderão ser consequência de alterações da temperatura, da disponibilidade de nutrientes ou da fisiologia dos animais. De acordo com os Cuculescu et al. (1995), os ácidos gordos podem desempenhar um papel importante na alteração da fluidez das membranas biológicas como resposta a variações na temperatura ambiental. Estes autores sugeriram que a acumulação de PUFA de cadeia longa antes da estação fria poderia tornar os caranguejos mais aptos para se adaptarem à rápida diminuição da temperatura e, por outro lado, que a acumulação de ácidos gordos saturados antes da estação quente os poderia tornar mais aptos para se adaptarem a aumentos rápidos da temperatura (Cuculescu et al. 1995).

Juntos, o DHA e o EPA representaram cerca de 31 a 35% do total de ácidos gordos no músculo, 23 a 25% nos ovários e 13 a 19% no hepatopâncreas. Assim, os tecidos edíveis do caranguejo apresentaram um conteúdo desses dois importantes  $\omega$ 3PUFA bastante considerável (mais de 200 mg/100g no músculo) com base na ingestão recomendada pela EFSA para adultos (250

mg/dia) (EFSA, 2017). A razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA variou entre 3,04 (hepatopâncreas em outubro) e 5,70 (músculo em março), o índice de aterogenicidade entre 0,24 (músculo em março) e 0,45 (hepatopâncreas em outubro), o índice de trombogenicidade entre 0,13 (músculo em março) e 0,30 (hepatopâncreas em outubro) e o índice hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos entre 1,93 (hepatopâncreas em outubro) e 4,30 (músculo em março). Todos esses índices são importantes para avaliar a qualidade nutricional das gorduras. Uma relação de  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA desequilibrada promove um estado fisiológico pró-inflamatório, pro-trombótico e pro-agregatório, com aumento da viscosidade sanguínea, da vasoconstrição e da proliferação celular (Simopoulos, 2016). A elevada razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA nos tecidos edíveis do caranguejo sugere, que o seu consumo, contribua para equilibrar a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA, tipicamente desequilibrada, especialmente nas dietas ocidentais (Simopoulos, 2016). Os índices IA, IT e h/H avaliam a predisposição das gorduras para influenciar a incidência de cardiopatia coronária, promover a formação de trombos e contribuir para o aumento níveis plasmáticos de colesterol. Nesse sentido, os baixos valores dos índices IA e IT e o elevado valor do índice h/H indicam que a gordura dos tecidos edíveis do caranguejo tem uma baixa propensão para promover as doenças cardiovasculares.

Os elevados valores da razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA estão em conformidade com os valores reportados por outros autores para outras espécies de caranguejos, nomeadamente *M. brachydactyla* (Marques et al., 2010), *P. trituberculatus* (He et al., 2017) ou *C. pagurus* (Barrento et al., 2010), sendo superiores aos valores reportados para *P. pelagicus* (Wu et al., 2010). Os índices de IA e IT apresentaram valores semelhantes aos relatados para *C. pagurus* (Barrento et al., 2010) e para o músculo e gónadas de *M. brachydactyla* (Marques et al., 2010).

Os níveis de colesterol no músculo do *C. maritae* do Namibe foram semelhantes nas duas épocas de captura (Tabela 3.10) e também semelhantes aos relatados para outras espécies, nomeadamente para *Chaceon quinquedens* cozido, *Cancer borealis* e *Cancer irroratus* (Krzynowek et al., 1982), mas superiores aos valores reportados para o músculo de *Lithodes santolla* antes ou após cozedura (Risso & Carelli, 2012), bem como para *C. pagurus* (Barrento et al., 2010) e *M. brachydactyla* (Marques et al., 2010). Estas diferenças podem dever-se a diferenças entre espécies e/ou condições ambientais, podendo ainda estar relacionadas com os processos culinários a que os caranguejos foram sujeitos antes de serem analisados. Risso & Carelli (2012) relataram diferenças significativas nos níveis de colesterol entre os tecidos crus (37,3 mg/100 g) e cozidos (51,0 mg/100g) de *Lithodes santolla*, diferenças essas que, de acordo com os autores, não poderiam ser explicadas apenas por diferenças no teor de humidade. Os autores sugeriram que alterações ocorridas nos complexos entre proteínas e colesterol durante o aquecimento possam estar na base do aumento do teor em colesterol nos tecidos cozinhados.

### 3.2.2.2. Perfil em ácidos gordos e teor de colesterol de *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens*

O perfil em ácidos gordos das espécies de peixes capturadas em março e outubro ao largo do Namibe é apresentado na Tabela 3.11.

**Tabela 3.11. Perfil dos principais ácidos gordos (%) das espécies estudadas capturadas em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	Carapau			Sardinela		
	Março C1	Março C2	Outubro	Março S1	Março S2	Outubro
<b>Saturados</b>						
14:0	7,00 $\pm$ 2,92 <sup>a</sup>	8,15 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	2,74 $\pm$ 0,57 <sup>b</sup>	7,61 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	9,39 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	8,85 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>
16:0	18,42 $\pm$ 3,75 <sup>b</sup>	25,12 $\pm$ 0,73 <sup>a</sup>	17,73 $\pm$ 0,90 <sup>b</sup>	17,25 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>	31,01 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	21,96 $\pm$ 2,42 <sup>b</sup>
18:0	6,14 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>	7,51 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	7,60 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	4,24 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	5,50 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	3,87 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>
Outros SFA	2,92 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	3,43 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	2,18 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>	3,65 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	2,80 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>	3,18 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>
<b><math>\Sigma</math>SFA</b>	<b>34,49<math>\pm</math>6,94<sup>bA</sup></b>	<b>44,20<math>\pm</math>1,09<sup>aA</sup></b>	<b>30,25<math>\pm</math>1,44<sup>bB</sup></b>	<b>32,75<math>\pm</math>0,60<sup>bB</sup></b>	<b>48,69<math>\pm</math>0,22<sup>aA</sup></b>	<b>37,85<math>\pm</math>4,78<sup>abA</sup></b>
<b>Monoinsaturados</b>						
16:1 $\omega$ 7	5,57 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>	5,90 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	4,66 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	5,66 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	7,57 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,16 $\pm$ 1,09 <sup>a</sup>
18:1 $\omega$ 9	10,52 $\pm$ 1,86 <sup>b</sup>	8,43 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>	22,44 $\pm$ 1,78 <sup>a</sup>	5,55 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	5,00 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	6,59 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>
18:1 $\omega$ 7	2,13 $\pm$ 0,18 <sup>c</sup>	2,40 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	3,08 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	3,22 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	3,44 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	2,86 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>
20:1 $\omega$ 11	-	-	-	2,37 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	-	0,42 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>
20:1 $\omega$ 9	4,50 $\pm$ 0,97 <sup>a</sup>	2,73 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	1,52 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	0,55 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,94 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup>	1,51 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
22:1 $\omega$ 11	10,15 $\pm$ 3,33 <sup>a</sup>	4,50 $\pm$ 0,62 <sup>b</sup>	2,22 $\pm$ 0,39 <sup>b</sup>	4,26 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	0,96 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	2,95 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>
Outros MUFA	0,63 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>	0,48 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	1,33 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,57 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,24 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	1,47 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
<b><math>\Sigma</math> MUFA</b>	<b>33,49<math>\pm</math>1,51<sup>aA</sup></b>	<b>24,44<math>\pm</math>0,48<sup>bC</sup></b>	<b>35,23<math>\pm</math>1,13<sup>aA</sup></b>	<b>22,63<math>\pm</math>0,02<sup>aC</sup></b>	<b>18,20<math>\pm</math>0,11<sup>bC</sup></b>	<b>23,54<math>\pm</math>0,51<sup>aB</sup></b>
<b>Polinsaturados</b>						
16:2 $\omega$ 4	-	-	-	0,62 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,89 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>	1,20 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
16:4 $\omega$ 3	-	-	-	0,86 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,95 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,84 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
18:2 $\omega$ 6	1,08 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	1,48 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,09 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,38 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,27 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,94 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>
18:4 $\omega$ 3	-	-	-	1,89 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,28 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	2,07 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
20:4 $\omega$ 6	1,54 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	1,53 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,30 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	1,61 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,19 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,90 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>
20:5 $\omega$ 3	5,69 $\pm$ 0,55 <sup>b</sup>	5,81 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>	8,36 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	10,78 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	7,72 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>	13,56 $\pm$ 1,33 <sup>a</sup>
22:5 $\omega$ 3	2,39 $\pm$ 0,54 <sup>b</sup>	1,56 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	3,23 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	2,14 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,93 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,18 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>
22:6 $\omega$ 3	14,33 $\pm$ 4,13 <sup>a</sup>	13,43 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	14,24 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>	17,84 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	13,19 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>	10,37 $\pm$ 1,97 <sup>b</sup>
Outros PUFA	4,85 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	5,31 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	5,43 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	5,06 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	4,22 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	5,06 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>
<b><math>\Sigma</math> PUFA</b>	<b>29,87<math>\pm</math>5,28<sup>aA</sup></b>	<b>29,12<math>\pm</math>0,98<sup>aB</sup></b>	<b>32,55<math>\pm</math>0,96<sup>aB</sup></b>	<b>41,38<math>\pm</math>0,11<sup>aA</sup></b>	<b>30,25<math>\pm</math>0,03<sup>bB</sup></b>	<b>35,84<math>\pm</math>4,54<sup>abA</sup></b>
<b><math>\Sigma</math> <math>\omega</math>3PUFA</b>	<b>24,88<math>\pm</math>5,18<sup>a</sup></b>	<b>23,52<math>\pm</math>0,88<sup>a</sup></b>	<b>28,58<math>\pm</math>0,94<sup>a</sup></b>	<b>35,57<math>\pm</math>0,15<sup>a</sup></b>	<b>25,21<math>\pm</math>0,18<sup>b</sup></b>	<b>30,77<math>\pm</math>4,44<sup>ab</sup></b>
<b><math>\Sigma</math> <math>\omega</math>6 PUFA</b>	<b>3,69<math>\pm</math>0,36<sup>ab</sup></b>	<b>3,97<math>\pm</math>0,12<sup>a</sup></b>	<b>3,37<math>\pm</math>0,08<sup>b</sup></b>	<b>4,61<math>\pm</math>0,05<sup>a</sup></b>	<b>3,23<math>\pm</math>0,05<sup>b</sup></b>	<b>2,66<math>\pm</math>0,38<sup>b</sup></b>
<b>SFA+MUFA+PUFA</b>	<b>97,85<math>\pm</math>0,36<sup>a</sup></b>	<b>97,76<math>\pm</math>0,08<sup>a</sup></b>	<b>98,03<math>\pm</math>0,21<sup>a</sup></b>	<b>96,75<math>\pm</math>0,74<sup>a</sup></b>	<b>97,13<math>\pm</math>0,14<sup>a</sup></b>	<b>97,23<math>\pm</math>0,38<sup>a</sup></b>

Apenas os ácidos gordos que representam mais de 1% do total em pelo menos uma das épocas estão listados; pf) peso fresco; SFA) Ácidos gordos saturados; MUFA) Ácidos gordos monoinsaturados; PUFA) Ácidos gordos polinsaturados; Em cada linha, letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ). Em cada coluna, letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as percentagens totais de SFA, MUFA e PUFA ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.11 (continuação). Perfil dos principais ácidos gordos (%) das espécies estudadas capturadas em março e outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	Cavala		Corvina	
	Março	Outubro	Março	Outubro
<b>Saturados</b>				
14:0	6,22 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup>	3,79 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>	8,51 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	5,47 $\pm$ 0,82 <sup>b</sup>
15:0	1,32 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	0,68 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	-	-
16:0	26,26 $\pm$ 1,19 <sup>a</sup>	19,24 $\pm$ 0,86 <sup>b</sup>	24,18 $\pm$ 1,31 <sup>a</sup>	18,95 $\pm$ 0,68 <sup>b</sup>
17:0	1,34 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,77 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	-	-
18:0	7,77 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	5,83 $\pm$ 0,32 <sup>b</sup>	5,69 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	5,15 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>
Outros SFA	5,59 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	3,16 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	3,06 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	2,67 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>
$\Sigma$ SFA	45,83 $\pm$ 1,34 <sup>aA</sup>	32,02 $\pm$ 1,43 <sup>bB</sup>	41,44 $\pm$ 1,22 <sup>aA</sup>	32,24 $\pm$ 1,29 <sup>bB</sup>
<b>Monoinsaturados</b>				
16:1 $\omega$ 7	5,28 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	4,11 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>	8,41 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	6,74 $\pm$ 0,84 <sup>b</sup>
18:1 $\omega$ 9	13,66 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup>	13,94 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup>	11,22 $\pm$ 1,62 <sup>a</sup>	9,21 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>
18:1 $\omega$ 7	3,29 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	3,09 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	2,99 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	2,87 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
20:1 $\omega$ 9	2,29 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>	3,01 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	1,77 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>	1,24 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
22:1 $\omega$ 11	0,76 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	2,19 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	2,22 $\pm$ 1,03 <sup>a</sup>	1,98 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>
22:1 $\omega$ 9	0,51 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,15 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	-	-
Outros MUFA	1,81 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,38 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	0,36 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	1,47 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>
$\Sigma$ MUFA	26,48 $\pm$ 0,86 <sup>bB</sup>	28,86 $\pm$ 1,37 <sup>aC</sup>	26,96 $\pm$ 2,79 <sup>aB</sup>	23,50 $\pm$ 0,51 <sup>aC</sup>
<b>Polinsaturados</b>				
16:2 $\omega$ 4	-	-	1,10 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	0,92 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
16:3 $\omega$ 4	-	-	1,10 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	0,97 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
16:4 $\omega$ 3	0,11 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,29 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	-	-
18:2 $\omega$ 6	1,20 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,00 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,07 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,76 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
18:4 $\omega$ 3	-	-	1,12 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	1,18 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>
20:4 $\omega$ 6	2,47 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,07 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	1,61 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	1,53 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
20:5 $\omega$ 3	3,94 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	7,35 $\pm$ 0,68 <sup>a</sup>	7,09 $\pm$ 1,51 <sup>b</sup>	13,42 $\pm$ 1,09 <sup>a</sup>
22:5 $\omega$ 3	1,17 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	1,87 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,39 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	1,91 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
22:5 $\omega$ 6	1,05 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,17 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	-	-
22:6 $\omega$ 3	11,49 $\pm$ 1,01 <sup>b</sup>	18,04 $\pm$ 2,14 <sup>a</sup>	11,75 $\pm$ 0,96 <sup>b</sup>	17,26 $\pm$ 2,77 <sup>a</sup>
Outros PUFA	4,50 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	4,60 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,53 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	4,47 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>
$\Sigma$ PUFA	25,81 $\pm$ 1,61 <sup>bB</sup>	36,38 $\pm$ 1,88 <sup>aA</sup>	29,75 $\pm$ 1,88 <sup>bB</sup>	41,66 $\pm$ 1,74 <sup>aA</sup>
$\Sigma$ $\omega$ 3PUFA	18,23 $\pm$ 1,48 <sup>b</sup>	30,38 $\pm$ 1,55 <sup>a</sup>	23,74 $\pm$ 1,64 <sup>b</sup>	36,38 $\pm$ 1,68 <sup>a</sup>
$\Sigma$ $\omega$ 6PUFA	5,75 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	5,22 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	3,59 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	2,94 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>
<b>SFA+MUFA+PUFA</b>	98,12 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	97,25 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>	98,15 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	97,40 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>

Apenas os ácidos gordos que representam mais de 1% do total em pelo menos uma das épocas estão listados; pf) peso fresco; SFA) Ácidos gordos saturados; MUFA) Ácidos gordos monoinsaturados; PUFA) Ácidos gordos polinsaturados; Em cada linha, letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ). Em cada coluna, letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as percentagens totais de SFA, MUFA e PUFA ( $p < 0,05$ ).

Tanto no caso do carapau como o caso da sardinela, os resultados mostraram a existência de diferenças na composição em ácidos gordos entre peixes de diferentes dimensões (grupos C1 e C2 e S1 e S2). Em ambas as espécies, foi possível observar que os peixes de menor dimensão apresentaram, em relação aos peixes de maior dimensão, uma maior percentagem de SFA e uma menor percentagem de MUFA. No caso dos PUFA, os resultados divergiram entre as duas espécies. Assim, enquanto que no carapau não se observaram diferenças significativas entre as percentagens de PUFA dos grupos C1 e C2, no caso da sardinela, os peixes de maior dimensão (grupo S1) apresentaram uma percentagem de PUFA superior aos peixes mais pequenos (grupo S2). No caso dos peixes de menor dimensão (grupos C2 e S2), os SFA constituíram o principal grupo de ácidos gordos, seguidos dos PUFA e finalmente dos MUFA. Esta distribuição de ácidos gordos foi diferente da apresentada pelos peixes maiores (grupos C1 e S1). Assim, no caso do carapau de maior dimensão (grupo C1) não se verificaram diferenças significativas entre as percentagens dos diferentes grupos de ácidos gordos (SFA, MUFA e PUFA). Por outro lado, no caso da sardinela de maior dimensão (grupo S1) os PUFA constituíram o principal grupo de ácidos gordos, seguidos pelos SFA e, finalmente, pelos MUFA.

Dentro de cada espécie, as diferenças observadas entre o perfil de ácidos gordos dos peixes de diferente dimensão, poderão estar relacionadas com diferenças de hábitos alimentares ou com diferenças de metabolismo. A alteração da dieta pode estar relacionada com diversos fatores como, por exemplo, o tamanho das presas, diferenças de habitat, alteração da acuidade visual ou alterações comportamentais (Maazouzi et al., 2011). Para uma série de espécies de peixes, as dietas mudam com o aumento do tamanho, o que resulta em diferenças do perfil de ácidos gordos (Iverson et al., 2002). Por exemplo, no caso da *Perca fluviatilis*, enquanto os juvenis se alimentam à base de zooplâncton e de macroinvertebrados bentónicos, os adultos alimentam-se essencialmente à base de peixes. Esta diferença na alimentação pode levar a alterações no perfil de ácidos gordos dos peixes, visto que o zooplâncton fornece maiores proporções de  $\omega$ 3PUFA do que os macroinvertebrados bentónicos, nos quais o DHA está quase ausente, enquanto que os peixes fornecem a maior quantidade de  $\omega$ 3PUFA, especialmente de DHA (Chaguaceda et al., 2020).

Tal como verificado com o carapau e com a sardinela, ensaios realizados com outras espécies, como *Lepomis gibbosus* (Maazouzi et al., 2011), *Perca fluviatilis* (Chaguaceda et al., 2020), *Theragra chalcogramma*, *Microgadus proximus* ou *Clupea harengus pallasii* (Iverson et al., 2002), têm mostrado igualmente um aumento da percentagem de MUFA no músculo dos peixes mais velhos e/ou de maior dimensão. Esta diferença, para além de poder estar relacionada com a dieta, pode igualmente ser o reflexo de diferenças metabólicas. Assim, os indivíduos mais jovens podem metabolizar rapidamente os MUFA como forma de maximizar o seu crescimento, enquanto que os indivíduos mais velhos podem comprometer o crescimento e armazenar os MUFA ricos em energia nos tecidos, para serem usados durante os períodos de jejum ou durante a reprodução (Chaguaceda et al., 2020).



Os estudos anteriormente citados (Iverson et al., 2002; Maazouzi et al., 2011; Chaguaceda *et al.*, 2020), mostram, na sua generalidade, uma diminuição na percentagem de PUFA nos peixes mais velhos e/ou de maior dimensão em relação aos peixes mais jovens e/ou de menor dimensão. No entanto, tal resultado não se verificou com o carapau ou com a sardinela do Namibe, onde esta percentagem ou não se alterou de forma estatisticamente significativa (caso do carapau), ou foi mais elevada nos indivíduos de maior dimensão (caso da sardinela).

Apesar dos indivíduos mais jovens (grupos C2 e S2) terem apresentado uma gordura mais rica em SFA, a diferença verificada no teor em gordura total faz com que os peixes de maior dimensão (grupos C1 e S1) apresentem um teor de SFA (expresso em mg/100 g de peso edível) superior. Para além de apresentarem um teor de SFA superior, os peixes maiores apresentaram igualmente um teor mais elevado de MUFA,  $\omega$ 3PUFA e  $\omega$ 6PUFA.

Observando os resultados apresentados na Tabela 3.11 é possível verificar que o ácido palmítico (16:0) foi o SFA mais abundante, representando 53-68% do total de SFA em todas as espécies estudadas, seguido dos ácidos mirístico (14:0) e esteárico (18:0). Nos peixes, o ácido palmítico representa uma potencial fonte de energia metabólica, necessária para o crescimento ou para o desenvolvimento das ovas nas fêmeas (Huynh et al., 2007), sendo um metabolito chave para a síntese de outros ácidos gordos (Nunes et al., 2003), o que explica a elevada percentagem em que se encontra. No caso dos MUFA, o ácido oleico foi o mais abundante no carapau, cavala e corvina, enquanto que, no caso da sardinela, o MUFA mais abundante foi o ácido palmitoleico (16:1 $\omega$ 7). Todas as espécies apresentaram teores mais elevados de  $\omega$ 3PUFA do que  $\omega$ 6PUFA, sendo o DHA (22:6 $\omega$ 3), e o EPA (20:5 $\omega$ 3), os dois PUFA mais abundantes. No seu conjunto, estes dois ácidos representaram 60-73% do total de PUFA em todas as espécies estudadas. Independentemente da espécie e da época de captura, os teores dos ácidos linoleico (18:2 $\omega$ 6) e  $\alpha$ -linolénico (18:3 $\omega$ 3) foram sempre baixos (inferiores a 1,5%).

Este perfil de ácidos gordos dominantes está de acordo com o normalmente observado nos lípidos do pescado, onde os ácidos gordos saturados mais abundantes são normalmente o palmítico (16:0), seguido do mirístico (14:0) e do esteárico (18:0), os MUFA mais abundantes são, normalmente, o ácido palmitoleico (16:1 $\omega$ 7) e o ácido oleico (18:1 $\omega$ 9), sendo o EPA e o DHA os PUFA mais importantes (Bandarra et al., 1997; Bandarra et al., 2001; Njinkoué et al., 2002; Huynh et al., 2007; Çelik, 2008; Rebah et al., 2010; Kocatepe & Turan, 2012; Jiarpinijnun et al., 2017; IPMA, 2020b; Šimat et al., 2020).

Os resultados mostram ainda que o perfil em ácidos gordos das diversas espécies em estudo foi influenciado pela época de captura, o que está de acordo com os resultados reportados por outros

autores para diferentes espécies capturadas em diversas regiões geográficas (Bandarra et al., 1997; Bandarra et al., 2001; Çelik et al. 2005; Çelik, 2008; Šimat et al., 2020).

No caso do carapau, os indivíduos adultos capturados em outubro apresentaram, em relação aos indivíduos adultos capturados em março (grupo C1), uma menor percentagem de ácido mirístico (14:0), maior percentagem de ácido esteárico (18:0), maior percentagem dos MUFA 18:1 $\omega$ 9 e 18:1 $\omega$ 7 e menor percentagem dos MUFA 20:1 $\omega$ 9 e 22:1 $\omega$ 11. Em relação aos PUFA, verificou-se em outubro um aumento da percentagem de EPA e de 22:5 $\omega$ 3 e uma diminuição da percentagem de ácido araquidónico (20:4 $\omega$ 6). Apesar de todas estas alterações no perfil de ácidos gordos, entre as duas épocas de captura não se verificaram diferenças significativas nas percentagens totais de SFA, MUFA ou PUFA, nem nas percentagens totais de  $\omega$ 3PUFA ou de  $\omega$ 6PUFA.

A ausência de dados conhecidos, sobre o perfil em ácidos gordos desta espécie capturada na costa do Namibe, impede a comparação direta dos resultados obtidos com os publicados por outros autores. No entanto, a comparação com o perfil em ácidos gordos de outras espécies do género *Trachurus*, nomeadamente com o *T. trachurus*, capturado em diferentes épocas do ano, na costa portuguesa (Bandarra et al., 2001) ou no Nordeste do Mediterrâneo (Çelik, 2008), permite observar algumas semelhanças. Assim, em todos os casos, o ácido palmítico, o ácido oleico e o DHA, foram sempre o principal SFA, MUFA e PUFA, respetivamente. Também em todos os casos, os  $\omega$ 3PUFA encontraram-se sempre presentes em percentagens superiores aos  $\omega$ 6PUFA. Contudo, em comparação com o carapau do Cunene capturado na costa do Namibe, o *T. trachurus* capturado no Nordeste do Mediterrâneo apresentou uma maior percentagem de SFA (variando entre 37,75% na Primavera e 44,35% no Outono), e uma menor percentagem quer de MUFA (variando entre 22,23% na Primavera e 23,86% no Outono), quer de PUFA (variando entre 20,12% no Outono e 24,89% no Inverno). Já o *T. trachurus* capturado na costa portuguesa, apresentou uma percentagem inferior quer de SFA (variando entre 26,89% em maio e 30,51% em abril), quer de MUFA (variando entre 26,59% em março e 32,38% em maio), e uma percentagem superior de PUFA (variando entre 35,01% em janeiro e 43,38% em julho). Por outro lado, o carapau do Cunene apresentou uma gordura mais rica em  $\omega$ 3PUFA do que o *T. trachurus* capturado no Nordeste do Mediterrâneo, cuja percentagem de  $\omega$ 3PUFA variou entre 16,44% e 21,02% (Çelik, 2008), mas mais pobre em  $\omega$ 3PUFA do que o *T. trachurus* capturado na costa portuguesa, cuja percentagem de  $\omega$ 3PUFA variou entre 26,81% e 37,21% (Bandarra et al., 2001). Estas diferenças poderão estar relacionadas com a temperatura da água. De um modo geral os peixes aumentam o grau de insaturação dos ácidos gordos como forma de adaptação à baixa temperatura (Çelik, 2008). No entanto, estas diferenças na composição em ácidos gordos poderão também ser reflexo de outros fatores como a espécie, sexo, tamanho ou o tipo de alimentação disponível em cada uma destas localizações geográficas (Çelik et al., 2005).

Em março, o carapau do Cunene apresentou uma percentagem de ácido cetoleico (22:1 $\omega$ 11) superior a 10% e uma percentagem de ácido 11-eicosenoico (20:1 $\omega$ 9) de 4,5%, tendo estas percentagens sido as mais elevadas de todas as espécies em estudo em ambas as épocas de captura. Estes valores podem ser reflexo dos hábitos alimentares desta espécie. Os ácidos cetoleico e 11-eicosenoico têm sido associados com o zooplâncton, mais concretamente, com copépodes, e variações nos níveis em que se encontram presentes nos lípidos dos peixes podem refletir variações no zooplâncton da dieta (Huynh et al., 2007). A comunidade zooplancónica na zona a norte da corrente de Benguela é dominada por copépodes, que podem representar mais de 75% do total do zooplâncton (Bode et al., 2014). Apesar de não se conseguir encontrar um padrão anual uniforme, o estudo da abundância destas espécies na zona a Norte da corrente de Benguela, efetuado entre os anos de 2005 e 2011, permitiu identificar o mês de março, juntamente com os meses de novembro, dezembro e maio, como sendo os meses onde normalmente a abundância destas espécies atinge os valores mais elevados (Bode et al., 2014).

Um estudo recente mostrou que o ácido cetoleico estimula a síntese de EPA e DHA a partir de ácido  $\alpha$ -linolénico em células HepG2 (linha celular de carcinoma hepatocelular humano) e de EPA em hepatócitos de salmão *in vitro* (Østbye et al., 2019). O mesmo estudo mostrou igualmente, que a incorporação deste ácido na alimentação do salmão levava a um aumento da retenção de EPA e DHA nos tecidos. Desta forma, para além do EPA e do DHA, o ácido cetoleico pode, igualmente, contribuir para os benefícios nutricionais associados ao consumo de pescado.

No caso da sardinela, os indivíduos adultos capturados em outubro e os indivíduos adultos capturados em março (grupo S1), não apresentaram diferenças significativas nas percentagens de SFA, MUFA e PUFA, tendo, no entanto, apresentado algumas alterações na percentagem de alguns MUFA (18:1 $\omega$ 9, 20:1 $\omega$ 9, superiores em outubro e 20:1 $\omega$ 11 superior em março) e PUFA (16:2 $\omega$ 4, 16:4 $\omega$ 3 e 20:5 $\omega$ 3 superiores em outubro e 18:2 $\omega$ 6, 20:4 $\omega$ 6, 22:5 $\omega$ 3 e 22:6 $\omega$ 3, superiores em março). Em ambas as épocas de captura os PUFA e os SFA foram sempre superiores aos MUFA e os  $\omega$ 3PUFA sempre superiores aos  $\omega$ 6PUFA. O ácido palmítico foi sempre o principal SFA, o ácido mirístico o segundo SFA mais abundante e o ácido esteárico o terceiro. O ácido palmitoleico, seguido do ácido oleico, foi o principal MUFA, e o DHA e o EPA os principais PUFA. Dentro dos  $\omega$ 6PUFA destacaram-se os ácidos araquidónico (20:4 $\omega$ 6) e linoleico (18:2 $\omega$ 6). Este perfil foi concordante com o perfil da sardinela capturada na costa da Tunísia (Rebah et al., 2010). As percentagens totais de SFA, MUFA e PUFA da sardinela capturada na Costa do Namibe, especialmente quando capturada no mês de outubro, também se aproximaram das apresentadas pela sardinela capturada quer na costa da Tunísia em fevereiro (37,5% de SFA, 21,2% de MUFA e 31,6% de PUFA, Rebah et al., 2010), quer na costa do Senegal em janeiro (40,6% de SFA, 26,6% de MUFA e 31,4% de PUFA, Njinkoué et al., 2002).

No entanto, a sardinela capturada ao largo da Tunísia apresentou um teor em  $\omega$ 3PUFA (25% de  $\omega$ 3PUFA, Rebah et al., 2009) inferior, quer à sardinela capturada ao largo do Senegal (29,1% de  $\omega$ 3PUFA Njinkoué et al., 2002), quer à capturada ao largo do Namibe. Esta diferença poderá estar relacionada com os fatores já anteriormente referidos, nomeadamente com a temperatura da água do mar nas diferentes zonas geográficas (Çelik et al., 2008) ou com as diferenças na alimentação disponível em cada uma dessas zonas (Çelik et al., 2005).

Em outubro, a percentagem de EPA apresentada pela sardinela do Namibe foi superior à de DHA. Resultados idênticos foram observados com a sardinela do Senegal (Njinkoué et al., 2002) ou da Tunísia (Rebah et al., 2010). No entanto, em março verificou-se uma diminuição da percentagem de EPA com um correspondente aumento da percentagem de DHA. Resultados semelhantes foram observados na *Sardina pilchardus* capturada na costa portuguesa (zona de Peniche) (Bandarra et al., 1997). Neste caso, as percentagens de EPA mais baixas (entre 10,69% e 12,94%), foram verificadas entre os meses de janeiro e março altura em que se verificaram as percentagens mais elevadas de DHA (entre 17,54% e 22,19%). Tal como no caso da sardinela, também com a *Sardina pilchardus* as percentagens mais baixas de EPA foram verificadas na altura em que os peixes apresentaram o menor teor em gordura. De acordo com Bandarra et al. (1997), no caso da *Sardina pilchardus*, o aumento do teor em EPA pode dever-se à dieta, especialmente porque ocorre no período pós-desova, período em que as sardinhas se começam a alimentar avidamente, sendo a diminuição da percentagem de DHA uma consequência do aumento da percentagem de EPA. Comparativamente à sardinela do Namibe, a *Sardina pilchardus* apresentou, de uma forma geral, valores superiores de EPA, DHA e PUFA.

Em ambas as épocas de captura, os principais SFA da cavala foram, por esta ordem, o ácido palmítico, esteárico e mirístico. O ácido oleico foi o MUFA mais abundante, seguido do ácido palmitoleico e dos ácidos 18:1 $\omega$ 7 e 20:1 $\omega$ 9. No caso dos PUFA, destacaram-se o DHA, seguido do EPA. Dentro dos  $\omega$ 6PUFA destacou-se o ácido araquidónico. Este perfil foi, na generalidade, coincidente com o reportado para a mesma espécie capturada noutras zonas geográficas em diversas alturas do ano, nomeadamente ao largo da Turquia, no Nordeste do Mediterrâneo (Çelik, 2008) ou ao Sul da Coreia do Sul (Bae & Lim, 2012).

Comparando as percentagens de cada um dos ácidos gordos nas duas épocas de captura, verifica-se que, de março para outubro, ocorreu uma diminuição na percentagem de todos os SFA. Em relação aos principais MUFA, verificou-se um aumento na percentagem dos ácidos de cadeia mais longa (20:1 $\omega$ 9, 22:1 $\omega$ 11 e 22:1 $\omega$ 9) não se registando diferenças nas percentagens dos restantes ácidos gordos (16:1 $\omega$ 7, 18:1 $\omega$ 9 e 18:1 $\omega$ 7). Por último, no caso dos PUFA, verificou-se um aumento na percentagem dos  $\omega$ 3PUFA (16:4 $\omega$ 3, 20:5 $\omega$ 3, 22:5 $\omega$ 3 e 22:5 $\omega$ 3), enquanto que, no caso dos  $\omega$ 6PUFA,

ou não se verificaram alterações (22:5ω6) ou se verificou uma diminuição da sua percentagem (18:2ω6 e 20:4ω6).

As alterações na composição em ácidos gordos da cavala entre as duas épocas de captura fizeram com que, em outubro, a gordura da cavala fosse mais rica em PUFA e, em março, mais rica em SFA. Na realidade, em março, os SFA foram o principal grupo de ácidos gordos, não se tendo verificado diferenças significativas entre o total de MUFA e de PUFA. Pelo contrário, em outubro, os PUFA foram a principal classe de ácidos gordos, seguidos pelos SFA e, por último, pelos MUFA. Comparativamente a março, em outubro a gordura da cavala apresentou-se mais rica em ω3PUFA e mais pobre em ω6PUFA.

A existência de variações na composição em ácidos gordos entre épocas de captura foi igualmente relatada para a cavala capturada ao largo da Turquia (Çelik, 2008). Neste caso, a cavala capturada no Inverno apresentou um maior teor de SFA (39,40%) e de PUFA (37,40%) e um menor teor de MUFA (8,14%) do que a cavala capturada na Primavera (38,12% de SFA, 16,67% de MUFA e 29,68% de PUFA) ou no Outono (35,99% de SFA, 19,88% de MUFA e 28,89% de PUFA). Os autores atribuíram a variação observada nos valores de PUFA, ao facto desta espécie, no Nordeste do Mediterrâneo, se reproduzir durante o Verão bem como à mais baixa temperatura verificada no Inverno (Çelik, 2008). Também na cavala capturada ao largo da Coreia do Sul foi possível verificar diferenças nas percentagens de ácidos gordos em função da época de captura (Bae & Lim, 2012). Também neste caso se verificaram teores mais elevados de PUFA e mais baixos de MUFA e de SFA durante o Inverno (dezembro e fevereiro) e a Primavera (abril e junho) e teores mais elevados quer de MUFA quer de SFA no Verão (agosto) e no Outono (outubro).

As variações observadas na composição em ácidos gordos da cavala capturada ao largo do Namibe em março e em outubro podem, igualmente, resultar de diferenças na temperatura da água, uma vez que, em outubro, imediatamente após a estação mais fria, se verificou um aumento da percentagem de PUFA em relação a março. Para além da temperatura da água, outros fatores, como, por exemplo, alterações na disponibilidade ou na composição dos alimentos, ou fatores relacionados com o ciclo reprodutivo e estado de maturação da cavala (Bandarra et al., 1997; Çelik et al., 2005; Çelik, 2008; Bae & Lim, 2012; Romotowska et al., 2016), poderão também estar na base das variações observadas.

Comparando os teores de SFA, MUFA e PUFA da cavala capturada ao largo do Namibe, da Tunísia ou da Coreia do Sul verifica-se uma acentuada variação no teor em MUFA. Com efeito, a cavala capturada na costa da Tunísia apresentou um teor de MUFA que variou entre 8,14% no Inverno e 19,88% no Outono, a cavala capturada na costa da Coreia do Sul apresentou um teor de MUFA entre 18,7% em dezembro e 31,7% em agosto, enquanto que na cavala capturada na costa do Namibe o teor

em MUFA variou entre 26,48% em março e 28,86% em outubro. Por outro lado, a cavala capturada na Coreia do Sul foi a que apresentou, de uma forma geral, um teor em PUFA mais elevado, representando mais de 40% do total de lípidos entre os meses de dezembro e abril (Bae & Lim, 2012). A diferença na temperatura e/ou na salinidade da água, a maior ou menor disponibilidade em alimentos, a possível competição com outras espécies pelos alimentos disponíveis e a diferença na composição desses alimentos podem explicar as diferenças de composição verificadas entre a cavala capturada nas diferentes regiões geográficas (Bandarra et al., 1997; Bandarra et al., 2001; Bae & Lim, 2012; Romotowska et al., 2016; Tilami & Sampels, 2017).

No caso da corvina, foi igualmente possível observar uma variação na composição em ácidos gordos dependente da época de captura. Assim, de março para outubro, verificou-se uma diminuição no teor de SFA, um aumento do teor em PUFA, resultante do aumento em  $\omega$ 3PUFA, não se tendo verificado alteração do teor em MUFA. Em março os SFA foram a principal classe de ácidos gordos, enquanto que em outubro os PUFA foram os ácidos gordos dominantes. Tal como verificado com a cavala, comparativamente a março, em outubro a gordura da corvina apresentou-se mais rica em  $\omega$ 3PUFA e mais pobre em  $\omega$ 6PUFA. Em ambas as épocas de captura o ácido palmítico foi o principal SFA, o ácido oleico o principal MUFA, o ácido araquidónico o principal  $\omega$ 6PUFA e o DHA o principal  $\omega$ 3PUFA. Comparativamente a março, em outubro a corvina apresentou níveis inferiores dos ácidos palmítico, mirístico, esteárico, palmitoleico e linoleico e teores mais elevados de 22:5 $\omega$ 3, EPA e DHA. As variações observadas entre a composição em ácidos gordos da corvina capturada em março e em outubro devem estar relacionadas com todos os fatores já anteriormente mencionados (temperatura, alimentação disponível, estado de maturação, etc.).

A composição em ácidos gordos da corvina do Namibe capturada em outubro aproximou-se da descrita para a corvina-legítima (*A. regius*) capturada em setembro na costa portuguesa (29,72% em SFA, 24,36% em MUFA e 44,24% em PUFA) (Saavedra et al., 2017). Em relação aos PUFA, a corvina do Namibe apresentou em relação à corvina-legítima, um teor mais baixo em  $\omega$ 6PUFA (6,01% na corvina-legítima e 2,94% na corvina do Namibe) e em DHA (24,97% na corvina-legítima e 17,26% na corvina do Namibe) e um teor mais elevado em EPA (6,27% na corvina-legítima e 13,42% na corvina do Namibe).

Chaguri et al. (2015) ao estudar a composição em ácidos gordos da corvina-amarela (*M. furnieri*), capturada em duas regiões diferentes do Brasil (Santos, no Sudeste, e Parnaíba, no Nordeste), e em duas épocas distintas (julho e dezembro), encontraram valores para SFA entre 31,86% e 40,33%, para MUFA entre 11,70% e 19,75% e para PUFA entre 36,12% e 51,53%. Tal como verificado no presente trabalho, os níveis de MUFA não apresentaram diferenças significativas entre épocas de captura. No entanto, ao contrário dos resultados obtidos com a corvina do Namibe, os níveis

de SFA da corvina-amarela também não apresentaram diferenças significativas entre épocas de captura. Em relação aos níveis de PUFA da corvina-amarela capturada no Brasil, apenas se verificaram diferenças significativas entre épocas de captura no caso dos peixes capturados na região de Parnaíba. Neste caso, os autores atribuíram os níveis mais baixos de PUFA encontrados em julho à alteração da disponibilidade em alimentos (Chaguri et al., 2015).

Independentemente da época de captura, a corvina do Namibe, assim como a corvina-legítima capturada em Portugal (Saavedra et al., 2017) apresentaram níveis de ácido araquidónico inferiores aos apresentados pela corvina-amarela do Brasil, especialmente em relação aos peixes capturados na região de Parnaíba (entre 6,42% e 7,11% na região de Santos e entre 11,52% e 12,02% na região de Parnaíba) (Chaguri et al., 2015). Estas diferenças, para além de poderem estar relacionadas com o facto de se tratarem de espécies diferentes, podem estar relacionadas com o tipo de alimentação. Apesar do ácido araquidónico ser um importante componente das membranas celulares e ser precursor de moléculas envolvidas em importantes funções fisiológicas como, por exemplo, na osmorregulação ou no funcionamento do sistema reprodutor, o seu teor nos peixes marinhos é de um modo geral baixo (Huynh et al., 2007). No entanto, em algumas espécies de peixes herbívoros ou omnívoros cuja alimentação inclua macroalgas, particularmente macroalgas vermelhas ou castanhas, ou em peixes carnívoros cujas presas se alimentem de macroalgas, têm sido relatados teores mais elevados deste ácido (7,4% a 14,9%) (Dunstan et al., 1988). Estas observações sugerem que os níveis elevados de ácido araquidónico apresentados pela corvina-amarela do Brasil possam resultar da ingestão das macroalgas, naturalmente ricas neste ácido (Jiarpinijnun et al., 2017).

Para avaliar o valor nutricional da gordura das espécies em estudo, os valores totais de SFA, MUFA, PUFA,  $\omega$ 3PUFA,  $\omega$ 6PUFA, EPA e DHA foram convertidos em mg/100g de peso edível, tendo sido igualmente determinados os índices de aterogenicidade, trombogenicidade e hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos, bem como as razões  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA (Tabela 3.12).

**Tabela 3.12. Composição em ácidos gordos e índices nutricionais das espécies capturadas em março e outubro (média ± desvio padrão).**

	Carapau			Sardinela		
	Março C1	Março C2	Outubro	Março S1	Março S2	Outubro
ΣSFA (mg/100 g)	830,5±288,3 <sup>b</sup>	637,6±53,4 <sup>b</sup>	2341,2±398,6 <sup>a</sup>	1602,9±29,4 <sup>b</sup>	611,8±2,8 <sup>c</sup>	3100,2±183,1 <sup>a</sup>
ΣMUFA (mg/100 g)	794,0±50,5 <sup>b</sup>	353,4±40,3 <sup>c</sup>	2757,45±657,3 <sup>a</sup>	1107,5±1,0 <sup>b</sup>	228,6±1,3 <sup>c</sup>	1957,9±329,3 <sup>a</sup>
Σ PUFA (mg/100 g)	701,3±72,6 <sup>b</sup>	420,3±35,1 <sup>c</sup>	2536,4±542,1 <sup>a</sup>	2025,6±5,54 <sup>a</sup>	380,1±0,36 <sup>b</sup>	3034,9±777,2 <sup>a</sup>
SFA+MUFA+PUFA (mg/100 g)	2325,8±266,2 <sup>b</sup>	1411,3±128,8 <sup>c</sup>	7635,1±1591,1 <sup>a</sup>	4736,0±36,0 <sup>b</sup>	1220,5±1,8 <sup>c</sup>	8102,1±1190,3 <sup>a</sup>
Σω3PUFA (mg/100 g)	582,9±83,1 <sup>b</sup>	339,4±27,1 <sup>c</sup>	2228,8±485,7 <sup>a</sup>	1740,9±7,3 <sup>a</sup>	316,7±2,2 <sup>b</sup>	2592,6±740,6 <sup>a</sup>
Σω6PUFA (mg/100 g)	87,0±0,2 <sup>b</sup>	57,3±5,3 <sup>c</sup>	262,0±50,4 <sup>a</sup>	225,4±2,4 <sup>a</sup>	40,5±0,6 <sup>b</sup>	224,3±63,4 <sup>a</sup>
Σω3PUFA/Σω6 PUFA	6,70±0,78 <sup>b</sup>	5,93±0,07 <sup>b</sup>	8,48±0,25 <sup>a</sup>	7,72±0,12 <sup>b</sup>	7,82±0,17 <sup>b</sup>	11,55±0,11 <sup>a</sup>
EPA+DHA (mg/100 g)	468,2±80,6 <sup>b</sup>	277,4±20,5 <sup>b</sup>	1760,4±376,0 <sup>a</sup>	1400,5±7,6 <sup>ab</sup>	262,7±2,8 <sup>b</sup>	2022,0±631,4 <sup>a</sup>
IA	0,78±0,34 <sup>ab</sup>	1,11±0,06 <sup>a</sup>	0,43±0,06 <sup>b</sup>	0,76±0,03 <sup>b</sup>	1,47±0,04 <sup>a</sup>	1,03±0,32 <sup>ab</sup>
IT	0,33±0,13 <sup>ab</sup>	0,45±0,02 <sup>a</sup>	0,25±0,02 <sup>b</sup>	0,23±0,01 <sup>b</sup>	0,49±0,00 <sup>a</sup>	0,30±0,07 <sup>ab</sup>
h/H	1,51±0,52 <sup>b</sup>	0,99±0,06 <sup>b</sup>	2,46±0,27 <sup>a</sup>	1,61±0,04 <sup>a</sup>	0,74±0,00 <sup>b</sup>	1,09±0,35 <sup>ab</sup>
	Cavala		Corvina			
	Março	Outubro	Março	Outubro		
ΣSFA (mg/100 g)	1558,7±495,2 <sup>a</sup>	1810,9±532,1 <sup>a</sup>	538,71±53,22 <sup>a</sup>	544,2±206,5 <sup>a</sup>		
ΣMUFA (mg/100 g)	864,4±257,7 <sup>a</sup>	1826,8±782,3 <sup>a</sup>	354,8±79,9 <sup>a</sup>	396,2±147,7 <sup>a</sup>		
Σ PUFA (mg/100 g)	884,1±309,1 <sup>b</sup>	2247,6±802,6 <sup>a</sup>	385,5±26,7 <sup>b</sup>	691,9±223,5 <sup>a</sup>		
SFA+MUFA+PUFA (mg/100 g)	3337,1±1052,6 <sup>a</sup>	5885,3±2102,2 <sup>a</sup>	1279,0±157,7 <sup>a</sup>	1632,5±575,7 <sup>a</sup>		
Σω3PUFA (mg/100 g)	626,2±228,2 <sup>b</sup>	1879,3±678,8 <sup>a</sup>	307,6±22,6 <sup>b</sup>	603,7±193,5 <sup>a</sup>		
Σω6PUFA (mg/100 g)	194,7±58,6 <sup>a</sup>	323,8±118,7 <sup>a</sup>	46,9±6,4 <sup>a</sup>	48,36±14,11 <sup>a</sup>		
Σω3PUFA/Σω6 PUFA	3,17±0,22 <sup>b</sup>	5,81±0,09 <sup>a</sup>	6,62±0,58 <sup>b</sup>	12,40±0,45 <sup>a</sup>		
EPA+DHA (mg/100 g)	529,3±190,5 <sup>b</sup>	1208,7±369,7 <sup>a</sup>	244,4±22,4 <sup>b</sup>	506,8±154,2 <sup>a</sup>		
IA	1,01±0,09 <sup>a</sup>	0,53±0,04 <sup>b</sup>	1,07±0,04 <sup>a</sup>	0,65±0,08 <sup>b</sup>		
IT	0,55±0,05 <sup>a</sup>	0,25±0,02 <sup>b</sup>	0,41±0,02 <sup>a</sup>	0,22±0,02 <sup>b</sup>		
h/H	1,06±0,08 <sup>b</sup>	1,91±0,14 <sup>a</sup>	1,06±0,07 <sup>b</sup>	1,80±0,18 <sup>a</sup>		

SFA) Ácidos gordos saturados; MUFA) Ácidos gordos monoinsaturados; PUFA) Ácidos gordos polinsaturados; EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosahexaenóico; IA) Índice de aterogenicidade; IT) Índice de trombogenicidade; h/H) Índice hipocolesterolémico/hipercolesterolémico; -) Não determinado. Em cada linha, letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05).

Apesar de não se terem verificado diferenças significativas entre as percentagens de SFA, MUFA e PUFA no carapau de maior dimensão (grupo C1), capturado em março e em outubro, bem como entre as percentagens de SFA e MUFA na sardinela de maior dimensão (grupo S1), capturada



em março ou em outubro, verificaram-se diferenças quando a composição nestes ácidos foi expressa em mg/100 g de peso edível. O teor mais elevado em gordura que estas espécies apresentaram no mês de outubro, fez com que, em relação ao mês de março, em outubro, o carapau constituísse uma fonte alimentar mais rica em SFA, MUFA, PUFA,  $\omega$ 3PUFA e  $\omega$ 6PUFA, e a sardinela uma fonte alimentar mais rica em SFA e MUFA do que no mês de março. Por outro lado, os peixes de menor dimensão (grupos C2 e S2) apresentaram valores mais baixos de SFA, MUFA, PUFA,  $\omega$ 3PUFA e  $\omega$ 6PUFA do que os peixes de maior dimensão (grupos C1 e S1), devido ao baixo teor em gordura que apresentaram.

Em relação à cavala e à corvina, apesar de não se terem verificado diferenças significativas na percentagem de gordura total dos exemplares capturados em março e em outubro, o facto de no mês de outubro a gordura destas espécies ser mais rica em PUFA, particularmente em  $\omega$ 3PUFA, fez com que, neste mês, estas constituíssem uma fonte alimentar mais rica nestes ácidos gordos.

Variações semelhantes têm sido reportadas por outros autores para outras espécies capturadas noutras localizações geográficas, como, por exemplo, para o *T. trachurus* capturado na costa portuguesa (SFA entre 317,4 e 1981,5 mg/100 g, MUFA entre 321,0 e 2095,6 mg/100 g e PUFA entre 462,6 e 2356,8 mg/100 g, Bandarra et al., 2001), ou a *S. pilchardus* capturada no mar Adriático (SFA aproximadamente entre 360 e 3790 mg/100 g, MUFA aproximadamente entre 170 e 1660 mg/100 g e PUFA aproximadamente entre 360 e 3680 mg/100 g, Šimat et al., 2020).

Independentemente da época de captura, o conteúdo em  $\omega$ 3PUFA de todas as espécies foi sempre superior ao respetivo conteúdo em  $\omega$ 6PUFA, fazendo com que a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA fosse sempre elevada (entre 3,17 para a cavala em março e 12,4 para a corvina em outubro). No caso do carapau e da sardinela, não se verificaram diferenças significativas entre a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA dos grupos C1 e C2 e S1 e S2, tendo-se, no entanto, verificado diferenças significativas entre épocas de captura, sendo os valores de outubro os mais elevados. Também no caso da cavala e da corvina se verificaram diferenças significativas entre épocas de captura, com os valores mais elevados para a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA a ser registados em outubro.

Outros autores têm reportado valores igualmente elevados para a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA de diversas espécies. Por exemplo, a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA para a cavala capturada na costa da Tunísia variou entre 3,35, no Outono, e 5,42, no Inverno (Çelik, 2008), valores muito aproximados dos verificados no presente trabalho. Rincón-Cervera et al. (2020) analisaram a composição em ácidos gordos de oito espécies diferentes, capturadas no Pacífico Sul, tendo encontrado razões  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA entre aproximadamente 4,5 (*Seriola lalandi*) e 12,5 (*Seriola lalandi*). Šimat et al. (2020) reportaram valores entre aproximadamente 5 e 20 para a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA da *S. pilchardus* capturada no mar Adriático em outubro e em julho, respetivamente. Por outro lado,

Chaguari et al. (2015) reportaram valores mais baixos, entre 1,19 e 2,33, para *M. furnieri* capturada na costa do Brasil, o que se poderá relacionar com o elevado teor em araquidónico que esta espécie apresentou. A análise da composição em ácidos gordos de cerca de 30 espécies desembarcadas em Portugal, permitiu determinar razões  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA entre 3,6 para o cherne (*Polyprion americanus*) e 50,7 para a enguia europeia (*Anguilla anguilla*) (IPMA, 2020a). Deste último trabalho destacam-se as razões  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA de 11,8 para a sardinha (*S. pilchardus*), 12,2 para a corvina legítima (*A. regius*) e de 7,8 para a cavala, valores comparáveis aos obtidos respetivamente para a sardinela, corvina e cavala capturadas em outubro ao largo do Namibe.

Embora a EFSA não tenha estipulado um valor específico para a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA, por considerar não existirem dados suficientes para recomendar um valor adequado independente dos níveis absolutos de ingestão, alguns países têm vindo a incluir diretrizes para a proporção ideal de  $\omega$ 3PUFA e de  $\omega$ 6PUFA na dieta. Por exemplo, as Recomendações Nórdicas de Nutrição aconselham que a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA na dieta varie entre 1/3 e 1/9, as Recomendações Nutricionais para a População Francesa aconselham uma razão de 1/5 (EFSA, 2010), enquanto que o Japão estabelece uma razão de 1/2 (Barbalho et al., 2011). Por outro lado, a OMS/FAO recomendam que a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA na dieta varie entre 1/5 a 1/10 (Barbalho et al., 2011). O equilíbrio desta razão é importante para a prevenção do desenvolvimento de diversas doenças, como, por exemplo, doenças degenerativas e cardiovasculares (Simopoulos, 2016). Contudo, especialmente nas dietas ocidentais, a razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA encontra-se tipicamente desequilibrada, devido à elevada predominância dos  $\omega$ 6PUFA, podendo rondar a proporção de 1/20 (Simopoulos, 2016; Rincón-Cervera et al., 2020). Desta forma, o consumo de alimentos com uma elevada razão  $\omega$ 3PUFA/ $\omega$ 6PUFA, como é o caso das espécies capturadas ao largo do Namibe, pode ser benéfico para ajudar a equilibrar a proporção destes ácidos na dieta.

Juntos, o DHA e o EPA representaram cerca de 20 a 23% do total de ácidos gordos do carapau, 20 a 29% da sardinela, 15 a 25% da cavala e 19 a 31% da corvina. O conteúdo desses dois importantes  $\omega$ 3PUFA nas espécies analisadas foi considerável (entre 244,4 mg/100g para a corvina em março e 2592,6 mg/100 g para a sardinela em outubro) com base na ingestão recomendada pela EFSA para adultos (250 mg/dia) (EFSA, 2017).

A qualidade nutricional da fração lipídica das espécies em estudo foi avaliada pelos índices aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos (h/H). Conforme já referido, os índices IA e IT resultam da proporção relativa dos teores das diversas famílias de ácidos gordos presentes na gordura de um determinado alimento e avaliam a predisposição dessa gordura para influenciar a incidência de cardiopatia coronária, promover a formação de trombos e contribuir para o aumento níveis plasmáticos de colesterol. Um alimento com menor IA e IT terá

uma melhor qualidade nutricional, uma vez que terá menor propensão para promover as doenças cardiovasculares. No entanto, nenhuma organização oficial fixou valores recomendados de IA e de IT (Chen & Liu, 2020).

Os valores de IA variaram entre 0,43 (carapau em outubro) e 1,47 (sardinela de menor dimensão em março), tendo os valores de IT variado entre 0,22 (corvina em outubro) e 0,55 (cavala em março). No caso do carapau foi possível observar diferenças significativas entre os valores de IA e de IT dos carapaus de menor dimensão, capturados em março e os carapaus capturados em outubro. Já no caso da sardinela verificaram-se diferenças significativas entre os valores de IA e de IT das sardinelas de menor dimensão e as sardinelas de maior dimensão capturadas em março. Em ambos os casos, foram os peixes mais pequenos os que apresentaram valores mais elevados destes dois índices. Por outro lado, tanto no caso do carapau como da sardinela, não se verificaram diferenças significativas entre os valores quer de IA, quer de IT dos peixes adultos capturados em março e em outubro. No caso da cavala e da corvina, os índices IA e IT apresentaram diferenças significativas entre épocas, sendo os valores mais baixos obtidos em outubro. Estes resultados espelham as maiores alterações que se verificaram na composição da gordura entre épocas na cavala e na corvina em relação ao carapau e à sardinela (Tabela 3.11).

Hernández-Martínez et al. (2016) recolheram da literatura científica dados de IA e de IT de diversas espécies marinhas e de água doce, capturadas em zonas geográficas distintas, como, por exemplo, o Atlântico Norte, o Atlântico Sul, o Pacífico Norte, o Mar Negro, o Golfo do México ou o Mar da Arábia. As 25 espécies marinhas referidas por estes autores apresentaram valores de IA entre 0,35 (*Thunnus thynnus*, capturado no Golfo do México) e 1,40 (*Nemipterus japonicus*, capturada no Estreito de Malaca), e valores de IT entre 0,12 (*Scomberomorus commerson*, capturada no Golfo de Omã e Mar da Arábia) e 0,74 (*Rastrelliger kanagurta*, capturada no Estreito de Malaca). Deste modo, os valores destes índices das espécies capturadas ao largo do Namibe estão em linha com os valores descritos para outros peixes marinhos.

A sardinela capturada ao largo do Namibe apresentou valores de IA e de IT aproximados aos da sardinela capturada na costa da Tunísia (IA 1,06 e IT 0,38) (valores calculados a partir dos dados publicados por Rebah et al., 2010). Por outro lado, a cavala capturada ao largo do Namibe em outubro apresentou valores de IA e de IT inferiores aos da cavala capturada ao largo da Turquia em diversas alturas do ano (Inverno, Primavera e Outono) (IA entre 0,80 e 0,88 e IT entre 0,32 e 0,38) (valores calculados a partir dos dados publicados por Çelik, 2008). Da mesma forma, a corvina capturada ao largo do Namibe em outubro apresentou valores de IA e de IT aproximados ou inferiores aos da corvina-amarela capturada ao largo do Brasil (IA entre 0,39 e 0,58 e IT entre 0,31 e 0,51) (valores calculados a partir dos dados publicados por Chaguri et al., 2015), ou da corvina-legítima capturada em setembro na costa portuguesa (IA de 0,40 e IT de 0,22) (valores calculados a partir dos dados

publicados por Saavedra et al., 2017). Por último, os valores de IA e de IT do carapau capturado ao largo do Namibe foram, em março, aproximados e, em outubro, inferiores aos em valores de IA e de IT apresentados pelo *T. trachurus* capturado ao largo da Turquia em diversas alturas do ano (Inverno, Primavera e Outono) (IA entre 0,81 e 1,03 e IT entre 0,44 e 0,58) (valores calculados a partir dos dados publicados por Çelik, 2008).

O índice h/H está relacionado com o efeito de ácidos gordos específicos no metabolismo do colesterol, sendo que valores mais elevados são mais desejáveis para a promoção da saúde humana (Rincón-Cervera et al., 2020). Os valores de h/H variaram entre 0,74 (sardinela pequena em março) e 2,46 (carapau em outubro). O carapau, cavala e corvina apresentaram em outubro valores de h/H superiores aos apresentados em março, indicando uma melhor qualidade da sua fração lipídica nesta época do ano. No caso da sardinela não se observaram diferenças significativas entre épocas de captura tendo, no entanto, sido observadas diferenças significativas entre os peixes de diferentes dimensões capturados em março, com os peixes mais pequenos a apresentarem valores mais baixos.

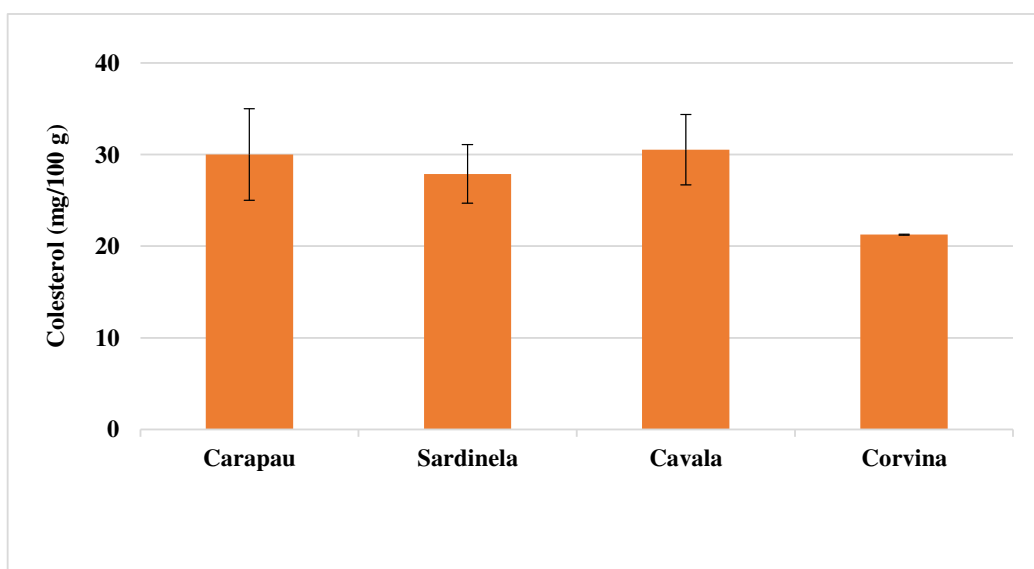
O valor de h/H varia de acordo com a espécie e também de acordo com todos os fatores que podem influenciar a composição da gordura. Ao fazer a recolha de valores publicados para o índice h/H de 25 peixes marinhos capturados em diversas zonas do globo, Hernández-Martínez et al. (2016) descrevem, para a maioria dos casos, valores para este índice entre 0,78 (*Nemipterus japonicus*, capturada no Estreito de Malaca) e 2,69 (*Coryphaena hippurus*, capturada no Pacífico Norte), destacando-se de todos os outros pela positiva o *Salmo salar*, capturado no Atlântico Norte, com um valor de h/H de 3,48. Deste modo, os valores de h/H das espécies capturadas ao largo do Namibe estão em linha com os valores descritos para a maioria dos outros peixes marinhos.

A sardinela capturada ao largo do Namibe em outubro apresentou um valor de h/H aproximado ao da sardinela capturada na costa da Tunísia (h/H de 1,04) (valor calculado a partir dos dados publicados por Rebah et al., 2010). Por outro lado, a cavala capturada ao largo do Namibe em outubro apresentou um valor de h/H superior ao da cavala capturada ao largo da Turquia em diversas alturas do ano (Inverno, Primavera e Outono) (h/H de 1,43 no Outono, 1,26 no Inverno e 1,34 na Primavera) (valores calculados a partir dos dados publicados por Çelik, 2008). Da mesma forma, a corvina capturada ao largo do Namibe em outubro apresentou um valor de h/H mais aproximado ao da corvina-amarela capturada no Sudeste (zona de Santos, h/H entre 1,72 e 1,81) do que ao da corvina-amarela capturada no Nordeste do Brasil (zona da Parnaíba, h/H entre 1,36 e 2,07) (valores calculados a partir dos dados publicados por Chaguri et al., 2015), ou da corvina-legítima capturada em setembro na costa portuguesa (h/H de 2,52) (valores calculados a partir dos dados publicados por Saavedra et al., 2017). Por último, os valores de h/H do carapau capturado ao largo do Namibe foram, em março, aproximados e, em outubro, superiores aos em valores de h/H apresentados pelo *T. trachurus* capturado ao largo da Turquia em diversas alturas do ano (Inverno, Primavera e Outono) (h/H de 0,59

no Outono, 1,33 no Inverno e 1,45 na Primavera) (valores calculados a partir dos dados publicados por Çelik, 2008).

No seu conjunto, os valores destes três índices indicam que o carapau e a sardinela de maior dimensão têm uma fração lipídica com uma qualidade nutricional superior à dos peixes mais pequenos e que a fração lipídica da cavala, da corvina e do carapau possui, no mês de outubro uma qualidade nutricional superior à do mês de março.

O teor em colesterol das espécies estudadas capturadas em outubro encontra-se na Figura 3.5. Os valores variaram entre  $21,25 \pm 0,06$  mg/100 g para a corvina e  $30,53 \pm 3,85$  mg/100 g para a cavala.



**Figura 3.5. Teor em colesterol (mg/100g) na parte edível das espécies de peixes estudadas (média  $\pm$  desvio padrão).**

A análise do teor em colesterol de diversos peixes à venda em Portugal permitiu identificar teores de colesterol entre 19 mg/100 g (*Merluccius merluccius*) e 85 mg/100 g (*Pleuronectes platessa*), sendo que 3% das espécies apresentaram um teor em colesterol inferior a 20 mg/100 g, 28% um teor entre 20 e 30 mg/100g, 52% entre 30 e 50 mg/100 g e 17% um teor superior a 50 mg/100g (IPMA, 2020a). Noutro estudo em que se analisou o teor de colesterol em trinta e duas espécies capturadas no mar Mediterrâneo foram quantificados teores de colesterol entre 6,5 mg/100g (*Raja clavata*) e 78,4 mg/100 g (*Sardinella aurita*) (Ozogul et al., 2015). Neste último trabalho, 6% das espécies apresentaram um teor em colesterol inferior a 10 mg/100 g, 16% um teor entre 10 e 20 mg/100 g, 31% um teor entre 20 e 30 mg/100 g, 41% entre 30 e 50 mg/100 g e 6% superior a 50 mg/100g. Também Mathew et al. (1999) analisaram 97 espécies de peixes e encontraram teores de colesterol entre 22 mg/100 g (*Percis pulchella*) e 148 mg/100 g (*Lethrinus cinerius*), sendo que 55%

das espécies analisadas apresentaram teores entre 45 e 65 mg/100 g. O teor em colesterol em 10 espécies de peixes marinhos à venda em mercados da Malásia foi investigado por Osman et al. (2001). Estes autores reportaram valores entre 37,1 mg/100 g (*Gymnura* spp.) e 49,1 mg/100 g (*Rastrelliger kanagurta*). Deste modo, em comparação com os valores publicados por outros autores, é possível concluir que as espécies capturadas ao largo do Namibe apresentaram níveis de colesterol relativamente baixos.

A sardinela do Namibe apresentou um teor de colesterol bastante mais baixo do que a sardinela capturada no mar Mediterrâneo (78,4 mg/100 g, Ozogul et al., 2015) e mais parecido com os valores reportado para a *S. pilchardus* (entre 20 e 28 mg/100 g, INSA 2020, IPMA2020a). Também no caso da cavala, se verificaram valores de colesterol mais baixos nos peixes capturados ao largo do Namibe comparativamente a exemplares da mesma espécie capturados no mar Mediterrâneo (38,90 mg/100 g, Ozogul et al., 2015) ou em Portugal (45 mg/100 g, INSA, 2020). A variação do teor em colesterol em função da área geográfica de captura já tinha sido identificada por outros autores. Por exemplo, Oehlenschläger (2006) refere que os peixes do Golfo Árabe apresentam em média um teor em colesterol superior ao dos peixes de zonas mais temperadas. O mesmo autor encontrou um valor para o teor em colesterol da *S. pilchardus* (entre 18-27 mg/100 g) capturada no Atlântico Norte e no mar Báltico muito inferior ao reportado para a mesma espécie capturada no mar Adriático (93 mg/100 g).

O carapau do Cunene, capturado ao largo do Namibe, apresentou um teor em colesterol em linha com o reportado para outras espécies da mesma família. Assim Ozogul et al. (2015) descrevem para o *T. trachurus* capturado ao largo da Turquia um teor em colesterol de 42 mg/100 g e para o *Trachurus mediterraneus* um teor de 32,51 mg/100 g. Para o *T. trachurus* comercializado em Portugal são reportados teores entre 22 mg/100 g (IPMA, 2020a) e 36 mg/100 g (INSA, 2020). Oehlenschläger (2006) aponta para a mesma espécie, capturada em diferentes épocas e em diferentes zonas do Atlântico Norte e do mar Báltico, teores de colesterol de 23-59 mg/100 g (valores mínimo e máximo, respetivamente).

O teor em colesterol da corvina capturada ao largo do Namibe foi inferior ao reportado para outras espécies da mesma família, como é o caso da *A. regius* (50 mg/100 g, INSA, 2020; IPMA, 2020a), *Umbrina cirrosa* (31, 75 mg/100 g, Ozogul et al., 2015), *Nibea maculata* (38,8 mg/100 g Mathew et al., 1999), *Johnius carutta* (74 mg/100 g Mathew et al., 1999) ou *Otolithus ruber* (41,7 mg/100 g Mathew et al., 1999).

### 3.2.3. Perfil em aminoácidos

#### 3.2.3.1. Perfil em aminoácidos do *C. maritae*

O perfil em aminoácidos do músculo do *C. maritae* encontra-se na Tabela 3.13. Os teores em triptofano, asparagina e glutamina não puderam ser determinados nas condições experimentais utilizadas.

**Tabela 3.13. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) do músculo de *C. maritae* em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	Março	Outubro
<b>Aminoácidos essenciais</b>		
Treonina	0,64 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,62 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
Valina	0,59 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
Metionina	0,49 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,45 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
Isoleucina	0,58 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Leucina	1,17 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,15 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
Fenilalanina	0,61 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
Histidina	0,32 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,31 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
Lisina	1,10 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,07 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE	5,49 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	5,42 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos não essenciais</b>		
Ácido aspártico	1,71 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,63 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
Serina	0,66 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,64 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Cisteína	0,10 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
Ácido glutâmico	2,86 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	2,74 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>
Glicina	1,02 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	0,98 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>
Alanina	0,94 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,89 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
Tirosina	0,60 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
Prolina	0,70 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,68 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Arginina	1,38 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	1,31 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AANE	9,97 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	9,55 $\pm$ 1,70 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAT	15,45 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup>	14,96 $\pm$ 2,68 <sup>a</sup>
%AAE	35,50 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	36,20 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
%AANE	64,50 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	63,8 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
AAE/AANE	0,55 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,57 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AACE	3,80 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	3,65 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAF	10,01 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	9,63 $\pm$ 1,73 <sup>a</sup>

AAE) Aminoácidos essenciais; AANE) Aminoácidos não essenciais; AAT) Total de aminoácidos; AACE) Aminoácidos condicionalmente essenciais: cisteína, tirosina, glicina, arginina e prolina, (WHO, 2007); AAF) Aminoácidos funcionais: arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina (Wu, 2013). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

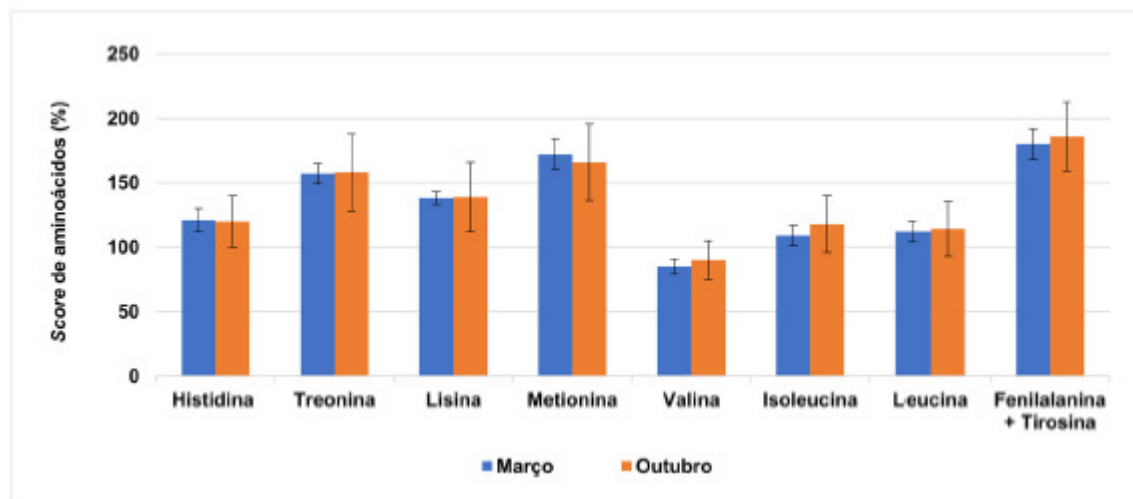
Não se observaram diferenças significativas entre o perfil de aminoácidos dos caranguejos capturados em março ou em outubro. Assim, em ambas as épocas de captura, o ácido glutâmico foi o aminoácido não essencial (AANE) maioritário, seguido pelo ácido aspártico e pela arginina. No que diz respeito aos aminoácidos essenciais (AAE), a leucina e a lisina foram os que se encontraram em níveis mais elevados. De um modo geral, o perfil em aminoácidos encontrado para o *C. maritae* capturado ao largo do Namibe foi concordante com os descritos para outras espécies de caranguejos (Barrento et al., 2010; Marques et al., 2010; Wu et al., 2010; He et al., 2017). Em ambas as épocas de captura, os AANE foram maioritários, representando cerca de 65% do total de aminoácidos, o que resultou em razões AAE/AANE inferiores a um. Este resultado também está de acordo com a literatura científica, pois é sabido que o músculo dos crustáceos contém um teor mais elevado em aminoácidos não essenciais, que são sintetizados ou modificados no organismo, do que de aminoácidos essenciais (Barrento et al., 2010).

Os valores totais de aminoácidos condicionalmente indispensáveis e, especialmente, de aminoácidos funcionais foi substancial. Assim, para além de constituir uma fonte de aminoácidos essenciais para a síntese das proteínas, o *C. maritae* fornece igualmente aminoácidos que podem tornar-se essenciais em determinadas condições patológicas ou fisiológicas, ou que sejam determinantes para outras funções metabólicas chave.

Para avaliar a qualidade da composição em aminoácidos do tecido muscular do *C. maritae* do Namibe, calculou-se o *score* de aminoácidos (AS) (Figura 3.6), por comparação com o valor de referência das necessidades diárias para adultos de cada um dos aminoácidos essenciais, em miligrama por grama de proteína (Tabela 1.13) (WHO, 2007). Uma vez que o triptofano não foi quantificado não foi possível calcular o respectivo AS para este aminoácido.

A proteína do *C. maritae* do Namibe é bem equilibrada em relação à sua composição em aminoácidos, apresentando um AS superior a 100% para todos os AAE, exceto para a valina que apresentou um *score* de 84% em março e de 89% em outubro. O aminoácido limitante difere entre as proteínas musculares de diferentes espécies de caranguejos. Assim, enquanto que no presente trabalho se identificou a valina como aminoácido limitante do *C. maritae* do Namibe, com a ressalva de não se estar a avaliar o triptofano, a isoleucina foi relatada como sendo o aminoácido limitante em *M. brachydactyla* (Marques et al., 2010), a metionina em *C. pagurus* (Barrento et al., 2010), enquanto o triptofano foi relatado como o aminoácido limitante em *P. pelagicus* (Wu et al., 2010).





**Figura 3.6. Score de aminoácidos (%) para o tecido muscular do *C. maritae* em ambas as épocas de captura. Não foram identificadas diferenças significativas entre os scores de aminoácidos em março e em outubro ( $p>0,05$ ).**

Os resultados indicam que a proteína do tecido muscular do *C. maritae* do Namibe tem uma elevada qualidade e pode ser considerada uma boa fonte de AAE. A presença de AAE em teores superiores aos do padrão de referência das necessidades diárias para adultos pode ser útil para complementar proteínas de baixa qualidade de outras fontes dietéticas. Além disso, teores elevados de AAE podem ser importantes, não apenas para suportar o crescimento e para a manutenção do correto balanço do azoto, mas igualmente para outras funções como retenção de massa corporal magra, sinalização celular, saúde óssea, homeostase de glucose e indução de saciedade (Boye et al., 2012).

### **3.2.3.2. Perfil em aminoácidos de *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens***

Os perfis em aminoácidos das espécies estudadas encontram-se nas Tabelas 3.14 a 3.17. Os resultados obtidos mostram a ausência de diferenças entre o perfil de aminoácidos dos peixes de diferentes dimensões capturados na mesma época. Assim, tanto no caso do carapau como da sardinela, o teor em cada um dos aminoácidos nos peixes de maior dimensão (grupos C1 e S1) foi idêntico ao verificado nos peixes de menor dimensão (grupos C2 e S2). Por outro lado, a comparação do perfil em aminoácidos nas duas épocas de captura permitiu observar diferentes resultados entre as espécies estudadas. Enquanto que no caso da sardinela e da corvina não se verificaram diferenças significativas entre os teores dos diversos aminoácidos em março e em outubro, no caso do carapau e da cavala foi possível identificar a existência de diferenças significativas nos teores de alguns aminoácidos.

No caso do carapau, verificou-se de março para outubro uma diminuição no teor em metionina e um aumento nos teores em isoleucina, valina, leucina e histidina, não se tendo verificado variações

significativas no teor de nenhum dos aminoácidos não essenciais. O aumento do teor em isoleucina, valina, leucina e histidina levou a que, em outubro o carapau apresentasse um teor em aminoácidos essenciais mais elevado do que em março.

**Tabela 3.14. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível do carapau do Cunene em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão)**

	Março C1	Março C2	Outubro
<b>Aminoácidos essenciais</b>			
Treonina	0,76 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,79 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,83 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
Valina	0,73 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,75 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,87 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Metionina	0,67 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,69 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
Isoleucina	0,65 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,68 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,80 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
Leucina	1,46 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	1,49 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup>	1,55 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
Fenilalanina	0,68 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,70 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,75 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Histidina	0,50 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,52 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup>	0,57 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
Lisina	1,49 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,55 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	1,51 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE	6,95 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	7,17 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	7,47 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos não essenciais</b>			
Ácido aspártico	2,12 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	2,17 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,22 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
Serina	0,75 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,80 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,78 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Cisteína	0,10 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Ácido glutâmico	3,42 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	3,55 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	3,45 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
Glicina	0,86 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,86 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,88 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
Alanina	1,20 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,23 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,21 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Tirosina	0,64 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Prolina	0,67 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,68 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
Arginina	1,00 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,04 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,06 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AANE	10,78 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	11,08 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	11,00 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAT	17,73 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	18,25 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	18,47 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>
%AAE	39,20 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	39,30 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	40,46 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
%AANE	60,80 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	60,70 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	59,54 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>
$\Sigma$ AAE/ $\Sigma$ AANE	0,65 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,65 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,68 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AACE	3,27 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	3,32 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	3,34 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAF	10,94 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	11,23 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	11,16 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>

AAE) Aminoácidos essenciais; AANE) Aminoácidos não essenciais; AAT) Total de aminoácidos; AACE) Aminoácidos condicionalmente essenciais: cisteína, tirosina, glicina, arginina e prolina, (WHO, 2007); AAF) Aminoácidos funcionais: arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina (Wu, 2013). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.15. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da sardinela em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão)**

	Março S1	Março S2	Outubro
<b>Aminoácidos essenciais</b>			
Treonina	0,79 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,78 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,83 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Valina	0,82 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,80 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,92 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
Metionina	0,63 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,63 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Isolucina	0,72 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,69 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,80 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Leucina	1,52 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	1,46 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,56 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>
Fenilalanina	0,76 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,84 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>
Histidina	1,00 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,84 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,88 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Lisina	1,47 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	1,51 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	1,42 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE	7,70 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	7,43 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	7,84 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos não essenciais</b>			
Ácido aspártico	2,08 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,11 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	2,04 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>
Serina	0,78 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,78 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,78 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Cisteína	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Ácido glutâmico	3,29 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	3,36 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	3,24 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>
Glicina	0,98 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,93 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	1,00 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>
Alanina	1,21 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,21 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,20 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>
Tirosina	0,69 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
Prolina	0,70 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,68 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,71 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
Arginina	1,04 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,02 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	1,12 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE	10,83 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	10,83 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	10,89 $\pm$ 1,83 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAT	18,53 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	18,25 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	18,72 $\pm$ 2,84 <sup>a</sup>
%AAE	41,53 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	40,68 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	41,97 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>
%AANE	58,47 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	59,32 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	58,03 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE/ $\Sigma$ AANE	0,71 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,69 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AACE	3,48 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	3,37 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	3,63 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAF	10,99 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	10,93 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	11,06 $\pm$ 1,78 <sup>a</sup>

AAE) Aminoácidos essenciais; AANE) Aminoácidos não essenciais; AAT) Total de aminoácidos; AACE) Aminoácidos condicionalmente essenciais: cisteína, tirosina, glicina, arginina e prolina, (WHO, 2007); AAF) Aminoácidos funcionais: arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina (Wu, 2013). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.16. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da cavala em março e em outubro (média ± desvio padrão)**

	Março	Outubro
<b>Aminoácidos essenciais</b>		
Treonina	0,87±0,00 <sup>a</sup>	0,93±0,06 <sup>a</sup>
Valina	0,85±0,01 <sup>b</sup>	1,01±0,04 <sup>a</sup>
Metionina	0,72±0,01 <sup>a</sup>	0,68±0,03 <sup>a</sup>
Isoluecina	0,74±0,01 <sup>b</sup>	0,93±0,03 <sup>a</sup>
Leucina	1,61±0,01 <sup>a</sup>	1,80±0,08 <sup>a</sup>
Fenilalanina	0,76±0,01 <sup>b</sup>	0,88±0,00 <sup>a</sup>
Histidina	1,06±0,01 <sup>a</sup>	1,13±0,02 <sup>a</sup>
Lisina	1,64±0,02 <sup>a</sup>	1,72±0,17 <sup>a</sup>
ΣAAE	8,24±0,02 <sup>a</sup>	9,08±0,43 <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos não essenciais</b>		
Ácido aspártico	2,35±0,01 <sup>a</sup>	2,38±0,19 <sup>a</sup>
Serina	0,88±0,00 <sup>a</sup>	0,91±0,06 <sup>a</sup>
Cisteína	0,09±0,02 <sup>a</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>
Ácido glutâmico	3,70±0,02 <sup>a</sup>	3,81±0,30 <sup>a</sup>
Glicina	0,98±0,02 <sup>b</sup>	1,08±0,00 <sup>a</sup>
Alanina	1,31±0,00 <sup>a</sup>	1,37±0,09 <sup>a</sup>
Tirosina	0,72±0,01 <sup>b</sup>	0,80±0,00 <sup>a</sup>
Prolina	0,74±0,01 <sup>b</sup>	0,79±0,01 <sup>a</sup>
Arginina	1,10±0,02 <sup>a</sup>	1,18±0,04 <sup>a</sup>
ΣAANE	11,86±0,04 <sup>a</sup>	12,39±0,70 <sup>a</sup>
ΣAAT	20,11±0,05 <sup>a</sup>	21,47±1,13 <sup>a</sup>
%AAE	40,99±0,02 <sup>a</sup>	42,29±0,21 <sup>a</sup>
%AANE	59,01±0,02 <sup>a</sup>	57,71±0,21 <sup>a</sup>
ΣAAE/ΣAANE	0,70±0,00 <sup>a</sup>	0,73±0,01 <sup>a</sup>
ΣAACE	3,61±0,06 <sup>b</sup>	3,92±0,05 <sup>a</sup>
ΣAAF	12,00±0,03 <sup>a</sup>	12,60±0,65 <sup>a</sup>

AAE) Aminoácidos essenciais; AANE) Aminoácidos não essenciais; AAT) Total de aminoácidos; AACE) Aminoácidos condicionalmente essenciais: cisteína, tirosina, glicina, arginina e prolina, (WHO, 2007); AAF) Aminoácidos funcionais: arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina (Wu, 2013). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05).

**Tabela 3.17. Perfil em aminoácidos (em g/100 g de peso fresco) na parte edível da corvina em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão)**

	Março	Outubro
<b>Aminoácidos essenciais</b>		
Treonina	0,82 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,86 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
Valina	0,78 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,91 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
Metionina	0,68 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,66 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
Isoleucina	0,70 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,77 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Leucina	1,52 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,50 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Fenilalanina	0,75 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,83 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>
Histidina	0,39 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,44 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Lisina	1,47 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,62 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE	7,09 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	7,59 $\pm$ 0,824 <sup>a</sup>
<b>Aminoácidos não essenciais</b>		
Ácido aspártico	2,13 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	2,12 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
Serina	0,82 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,79 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
Cisteína	0,09 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
Ácido glutâmico	3,52 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	3,56 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>
Glicina	0,90 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,90 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
Alanina	1,16 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,20 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
Tirosina	0,72 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,62 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
Prolina	0,67 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,71 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>
Arginina	1,10 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,13 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AANE	11,11 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	11,15 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAT	18,20 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	18,75 $\pm$ 1,97 <sup>a</sup>
%AAE	38,97 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	40,49 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
%AANE	61,03 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	59,51 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAE/ $\Sigma$ AANE	0,64 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,68 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AACE	3,50 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	3,48 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AAF	11,32 $\pm$ 1,08 <sup>a</sup>	11,32 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>

AAE) Aminoácidos essenciais; AANE) Aminoácidos não essenciais; AAT) Total de aminoácidos; AACE) Aminoácidos condicionalmente essenciais: cisteína, tirosina, glicina, arginina e prolina, (WHO, 2007); AAF) Aminoácidos funcionais: arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina (Wu, 2013). Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

No caso da cavala, verificou-se de março para outubro um aumento nos teores dos aminoácidos essenciais valina, isoleucina e fenilalanina, bem como dos aminoácidos não essenciais glicina, prolina e tirosina. No entanto, estes aumentos não se traduziram em variação significativa nos valores médios dos totais de aminoácidos essenciais, aminoácidos não essenciais ou aminoácidos totais. Também Bae & Lim (2012), ao estudarem a composição em aminoácidos do músculo da cavala capturada ao Sul da Coreia do Sul em diferentes alturas do ano, verificaram alguma flutuação nos

teores de determinados aminoácidos, nomeadamente de treonina, ácido glutâmico, isoleucina, metionina, tirosina, fenilalanina, histidina e prolina, não tendo observado variações significativas nos valores totais.

Tal como verificado no presente trabalho, também outros autores têm obtido resultados diferentes ao avaliar a variação sazonal da composição em aminoácidos de outras espécies. Assim, enquanto que Kitts et al. (2004) não observaram diferenças significativas no perfil em aminoácidos do *Theragra chalcogramma* (escamudo-do-Alasca) capturado no Mar de Bering, em diferentes alturas do ano, Doğan & Ertan (2017) verificaram a existência de variações significativas nos teores de aminoácidos do *Upeneus moluccensis* (salmonete-de-banda-amarela) capturado em diferentes alturas do ano, no golfo de Antália (Turquia). Fatores como o período de desova e fatores ambientais e nutricionais têm sido sugeridos como podendo originar alterações na composição em aminoácidos (Özyurt & Polat, 2006; Doğan & Ertan, 2017).

De um modo geral, é possível observar que, em todas as espécies estudadas, os aminoácidos não essenciais maioritários foram os ácidos glutâmico e aspártico que, no seu conjunto, representaram sempre aproximadamente 50% do total de aminoácidos não essenciais e aproximadamente 30% do total de aminoácidos. Por outro lado, a lisina e a leucina, foram sempre os aminoácidos essenciais maioritários, representando no seu conjunto aproximadamente 40% do total de aminoácidos essenciais e aproximadamente 17% do total de aminoácidos. Outros autores identificaram, igualmente, estes quatro aminoácidos como sendo os maioritários na cavala capturada noutras zonas geográficas (Iwasaki & Harada, 1985; Bae et al., 2011; Bae & Lim., 2012; IPMA, 2020a), bem como em muitas outras espécies de peixes, como, por exemplo, *Upeneus moluccensis* (Doğan & Ertan, 2017), *Scomber scombrus* (Bae et al., 2011; Salma & Nizar, 2015, IPMA, 2020a), *Scomber australasicus* (Bae et al., 2011), *Argyrosomus regius* (Saavedra et al., 2017, IPMA, 2020a), *Aphanopus carbo* (Bandarra et al., 2009; IPMA, 2020a) *Sparus aurata* (IPMA, 2020a; Pateiro et al., 2020), *Theragra chalcogramma* (Iwasaki & Harada, 1985; Kitts et al., 2004), *Dicentrarchus labrax* (Özyurt & Polat, 2006; IPMA, 2020a), *Scombrops hoops*, *Pagrus major*, *Sardinops melanosticta*, *Clupea pallasii*, *Oncorhynchus keta*, *Spirinchus lanceolatus*, *Gadus macrocephalus*, *Lophius litulon*, *Paralichthys olivaceus*, *Limanda Herzensteini* ou *Microstomus achne* (Iwasaki & Harada, 1985). Também a análise do perfil em aminoácidos em 30 espécies de peixes à venda em Portugal, como, por exemplo, *Thunnus thynnus*, *Gadus morhua*, *Trachurus trachurus*, *Merluccius merluccius*, *Pagrus pagrus* ou *Sardina pilchardus*, permitiu identificar o ácido glutâmico e o ácido aspártico como sendo os aminoácidos não essenciais maioritários e a lisina e a leucina como sendo os aminoácidos essenciais maioritários (IPMA, 2020a).

O perfil em aminoácidos da cavala do Namibe é semelhante ao da mesma espécie capturada em outras regiões geográficas (Iwasaki & Harada, 1985; Bae et al., 2011; Oduro et al., 2011; Bae & Lim., 2012; IPMA, 2020a). Assim, logo após a lisina e a leucina, que, conforme já referido foram

sempre os aminoácidos essenciais majoritários, aparece a histidina como sendo o terceiro aminoácido essencial que se encontra em maior quantidade. Em sentido inverso, a metionina foi, em todos os casos, o aminoácido essencial minoritário. Em relação aos aminoácidos não essenciais, a alanina e a arginina foram sempre os que se seguiram aos ácidos glutâmico e aspártico, seguidas da glicina, serina, tirosina e prolina e, finalmente, quando quantificada pela cisteína. Apesar do perfil em aminoácidos da cavala do Namibe ter sido, de um modo geral, concordante com o descrito para a mesma espécie capturada em outras regiões geográficas, os teores em alguns aminoácidos apresentaram alguma variação. Por exemplo, Iwasaki & Harada (1985) encontraram teores inferiores de ácido glutâmico e em prolina e superiores em lisina e histidina. Por outro lado, Oduro et al. (2011) descrevem teores mais elevados em prolina, glicina e cisteína, enquanto que Bae et al. (2011) descrevem teores inferiores em ácido glutâmico, ácido aspártico, metionina, alanina, tirosina, serina e prolina. Tal como já anteriormente referido estas variações podem estar relacionadas com fatores ambientais e nutricionais (Özyurt & Polat, 2006; Doğan & Ertan, 2017).

Tal como na cavala, também no carapau, sardinela e corvina, a alanina e a arginina foram sempre os aminoácidos não essenciais que se seguiram aos ácidos glutâmico e aspártico, seguidas da glicina, serina, tirosina, prolina e, por último, da cisteína. Já no caso dos aminoácidos essenciais verificou-se uma menor concordância entre o perfil em aminoácidos das várias espécies, com a histidina a aparecer como o terceiro aminoácido essencial na cavala e na sardinela, sendo o aminoácido essencial que se encontra em menor quantidade no carapau e na corvina. Níveis elevados de histidina são comuns no tecido muscular de diversas espécies de peixes pelágicos, como, por exemplo, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus*, *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Clupea harengus* ou *Thunnus thynnus* (FAO/WHO, 2013). Desta forma, os níveis mais elevados de histidina encontrados no tecido muscular da cavala e da sardinela estão de acordo com o descrito na literatura.

A histidina pode desempenhar um papel importante na manutenção do pH muscular, uma vez que pode exercer um efeito tampão, protegendo os tecidos de acidose resultante da acumulação de ácido láctico, provocada por episódios de atividade muscular sustentada pelo metabolismo anaeróbio (Šimat et al., 2020). É possível que o metabolismo da histidina, bem como as diferentes necessidades dietéticas dos peixes neste aminoácido, sejam regulados por fatores ambientais e endócrinos (Li et al., 2008). Apesar de diversas espécies do género *Trachurus*, como o *Trachurus capensis*, o *Trachurus novaezelandiae* ou o *Trachurus trachurus* também serem descritas como espécies de elevado teor em histidina (FAO/WHO, 2013), este aminoácido foi um dos que apresentou um teor mais baixo no carapau do Cunene. Resultados idênticos foram obtidos com o *Trachurus trachurus* à venda em Portugal (IPMA, 2020a).

A cisteína foi sempre o aminoácido que apresentou um teor mais baixo em todas as espécies estudadas. Esse resultado também está em linha com os perfis em aminoácidos encontrados noutros

peixes (Kitts et al., 2004; Limim et al., 2006; Bandarra et al., 2009; Salma & Nizar, 2015; Pyz-Łukasik & Paszkiewicz, 2018).

Em ambas as épocas de captura e nas quatro espécies estudadas, o conteúdo total em aminoácidos essenciais foi sempre inferior ao conteúdo total em aminoácidos não essenciais, o que está de acordo com o verificado por outros autores (Kitts et al., 2004; Bae et al., 2011; Bae & Lim., 2012; IPMA, 2020a). Esta menor proporção de aminoácidos essenciais fez com que a razão AAE/AANE fosse sempre menor que 1 (entre 0,64 e 0,73). Nas espécies capturadas no Namibe, os AAE representaram entre 39,20% (carapau em março) e 42,29% (cavala em outubro) do total de aminoácidos, valores que se aproximam bastante do valor para a proteína do ovo (42,7%) (Nunes et al., 2003). Através dos dados publicados por Bae et al. (2011) é possível verificar que os aminoácidos essenciais representaram cerca de 47% e cerca de 46% do total de aminoácidos da cavala (*Scomber japonicus*) e da sarda (*Scomber scombrus*), respetivamente. Também através dos valores publicados para o teor em aminoácidos de diversas espécies de peixes à venda em Portugal (IPMA, 2020a), é possível determinar valores para a percentagem de aminoácidos essenciais no total de aminoácidos, de aproximadamente 47% para a cavala (*Scomber japonicus*), aproximadamente 43% para a corvina-legítima (*Argyrosomus regius*) e para o carapau (*Trachurus trachurus*) e de cerca de 44% para a sardinha (*Sardina pilchardus*). Por outro lado, Kitts et al. (2004) encontraram valores de 37% a 39% para o Escamudo-do-Alasca (*Theragra chalcogramma*) e os dados publicados por Oduro et al. (2011) permitem calcular uma percentagem de 42,6% para a cavala (*Scomber japonicus*). Deste modo, os valores encontrados para as espécies do Namibe estão dentro das gamas encontradas por outros autores.

Apesar de proporção de aminoácidos essenciais no total de aminoácidos ter sido ligeiramente inferior à calculada com base nos dados publicados por outros autores para diversas espécies de peixes, o conteúdo total em aminoácidos essenciais das espécies do Namibe aproximou-se dos valores encontrados noutros trabalhos. Assim, o conteúdo total em aminoácidos essenciais variou entre os 7,00 g/100 g (carapau em março) e os 9,08 g/100 g (cavala em outubro), podendo calcular-se, através dos dados disponíveis na literatura, valores de 8,20 g/100 g para a cavala e de 8,81 g/100 g para a sarda (*Scomber scombrus*) (Bae et al., 2011), bem como valores de 10,2 g/100 g para a cavala, 7,2 g/100 g para a corvina-legítima (*Argyrosomus regius*), 7,6 g/100 g para o carapau (*Trachurus trachurus*) e de 8,0 g/100 g para a sardinha (*Sardina pilchardus*) (IPMA, 2020a).

O teor em aminoácidos condicionalmente indispensáveis variou entre 3,27 g/100 g (carapau em março) e 3,92 g/100 g (cavala em outubro). Dentro destes aminoácidos, a arginina foi sempre o que se apresentou em maior quantidade. Conforme já referido, estes aminoácidos podem tornar-se indispensáveis em determinadas condições especiais, como, por exemplo, situações de crescimento intensivo, stress ou em algumas doenças (Bandarra et al., 2009). O teor em aminoácidos



condicionalmente essenciais da cavala do Namibe aproximou-se bastante do teor calculado para a cavala à venda em Portugal (3,9 g/100 g, IPMA, 2020a), sendo superior ao calculado para esta espécie capturada na Coreia do Sul (2,9 g/100 g, Bae et al., 2011). De um modo geral, o teor em aminoácidos condicionalmente essenciais apresentado pelas espécies do Namibe esteve em linha com os teores calculados a partir dos dados reportados para diversas espécies comercializadas em Portugal, nomeadamente corvina-legítima (3,1 g/100g, IPMA, 2020a), carapau (*Trachurus trachurus*) (3,5 g/100 g, IPMA, 2020a) e sardinha (*Sardina pilchardus*) (3,6 g/100 g, IPMA, 2020a).

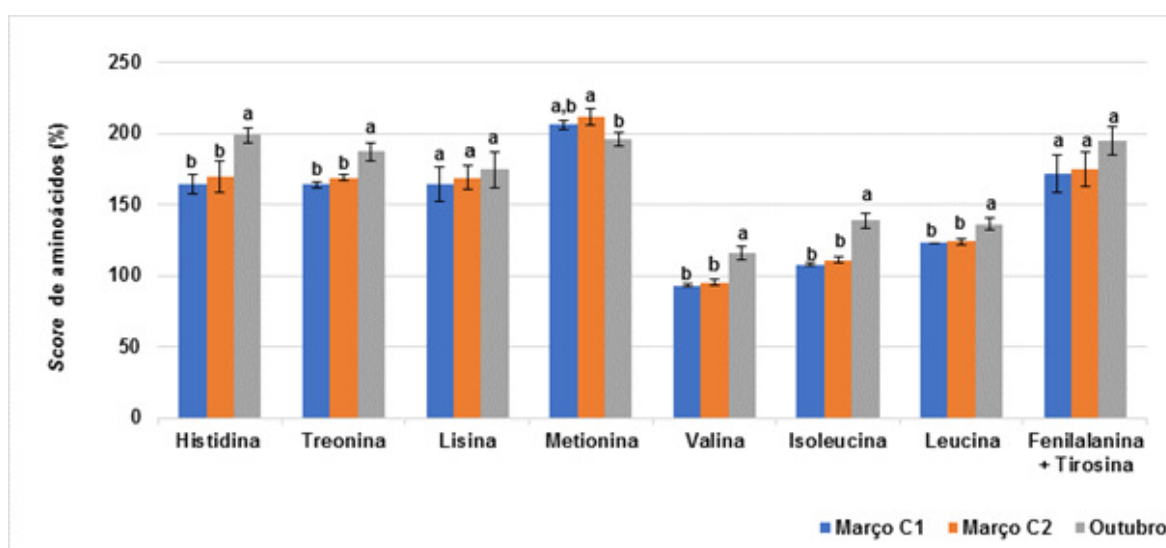
De acordo com Wu (2013), arginina, cisteína, leucina, metionina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e prolina são considerados aminoácidos funcionais uma vez que participam e regulam processos metabólicos chave para melhorar a saúde, sobrevivência, crescimento, desenvolvimento, lactação e reprodução dos organismos. Os aminoácidos funcionais incluem aminoácidos classificados como essenciais, não essenciais ou condicionalmente essenciais, uma vez que esta classificação considera outras funções desempenhadas por estas moléculas, para além do seu papel na síntese de péptidos e proteínas (Wu, 2010).

O teor em aminoácidos funcionais nas espécies em estudo variou entre 10,94 g/100 (carapau em março) e 12,6 g/100 (cavala em outubro). Estes teores foram bastante aproximados aos calculados a partir dos dados publicados por outros autores para a cavala (9,37 g/100 g, Bae et al., 2011 e 11,4 g/100 g, IPMA, 2020a), a sarda (10,24 g/100 g, Bae et al., 2011), a corvina-legítima (9,6 g/100g, IPMA, 2020a), carapau (*Trachurus trachurus*) (10,2 g/100 g, IPMA, 2020a) ou para a sardinha (*Sardina pilchardus*) (10,3 g/100 g, IPMA, 2020a). O teor substancial em aminoácidos funcionais apresentado pelas espécies em estudo sugere que, para além destas poderem ser encaradas como uma boa fonte de aminoácidos necessários para a síntese das proteínas, possam igualmente ser encaradas como uma boa fonte de aminoácidos importantes para a manutenção da homeostase do organismo.

Dentro dos aminoácidos funcionais destacam-se o ácido glutâmico, ácido aspártico, leucina e arginina por terem sido os quatro que apresentaram teores mais elevados nas espécies estudadas. A arginina desempenha um papel fundamental em múltiplos processos, como, por exemplo, na divisão celular, cicatrização de feridas, função imunitária, regulação hormonal, neurotransmissão ou controlo da pressão arterial (Mohanty et al., 2014). O ácido glutâmico atua como neurotransmissor excitatório no sistema nervoso central e desempenha um papel importante na plasticidade sináptica que fundamenta o seu papel nas funções cognitivas, como a aprendizagem e memória (Takahashi et al., 2019). O ácido glutâmico desempenha ainda muitos outros papéis importantes em uma variedade de funções celulares, como a regulação da secreção de insulina, a ativação dos receptores do sabor umami, digestão e absorção de nutrientes ou a biossíntese de moléculas com importantes funções fisiológicas, como é o caso do glutatião, envolvido na defesa antioxidante e na destoxificação de tóxicos (Brosnan-Brosnan, 2013; Takahashi et al., 2019). O ácido glutâmico e o ácido aspártico

constituem importantes substratos energéticos para o intestino delgado, fornecendo a maior parte do ATP necessário para manter o funcionamento e a integridade intestinal, e estão envolvidos na regulação da glicólise e do estado redox celular (Wu et al., 2014). Por último, a leucina, desempenha um papel fundamental na estimulação síntese proteica no músculo, desempenhando uma ação importante na recuperação de condições de *stress* como queimaduras, trauma e infecções (Mohanty et al., 2014).

Para avaliar a qualidade nutricional da composição em aminoácidos do carapau, sardinela, cavala e corvina capturados no Namibe, calculou-se o *score* de aminoácidos (AS) (Figuras 3.7 a 3.10), por comparação com o valor de referência das necessidades diárias para adultos de cada um dos aminoácidos essenciais, em miligrama por grama de proteína (Tabela 1.13) (WHO, 2007). Uma vez que o triptofano não foi quantificado não foi possível calcular o respectivo *score* para este aminoácido.



**Figura 3.7. *Score* de aminoácidos (%) para o carapau do Cunene em ambas em março e em outubro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre o *score* de cada aminoácido em março e em outubro ( $p < 0,05$ ).**

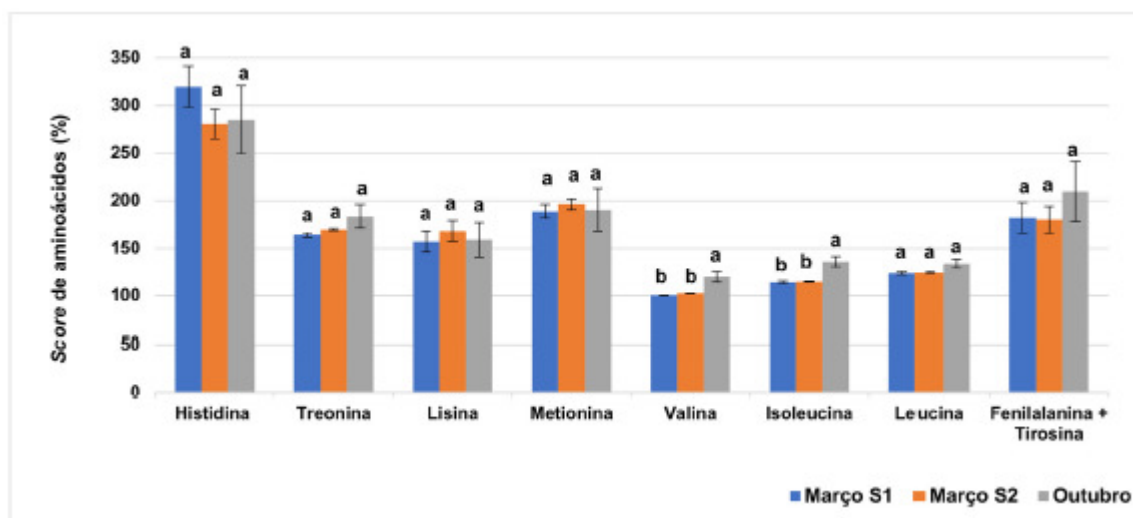


Figura 3.8. *Score* de aminoácidos (%) para a sardinela em março e outubro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre o *score* de cada aminoácido em março e em outubro ( $p < 0,05$ ).

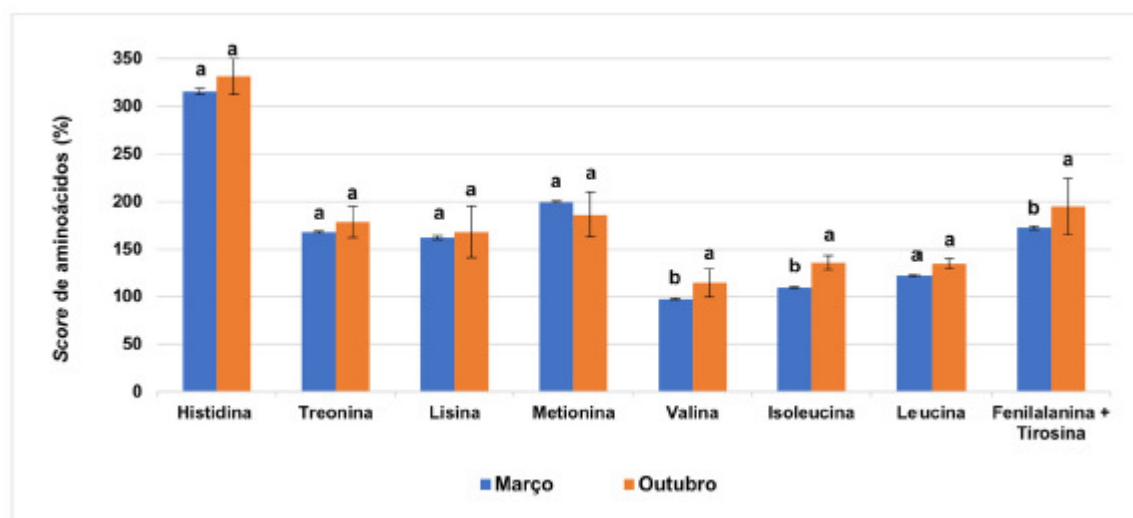
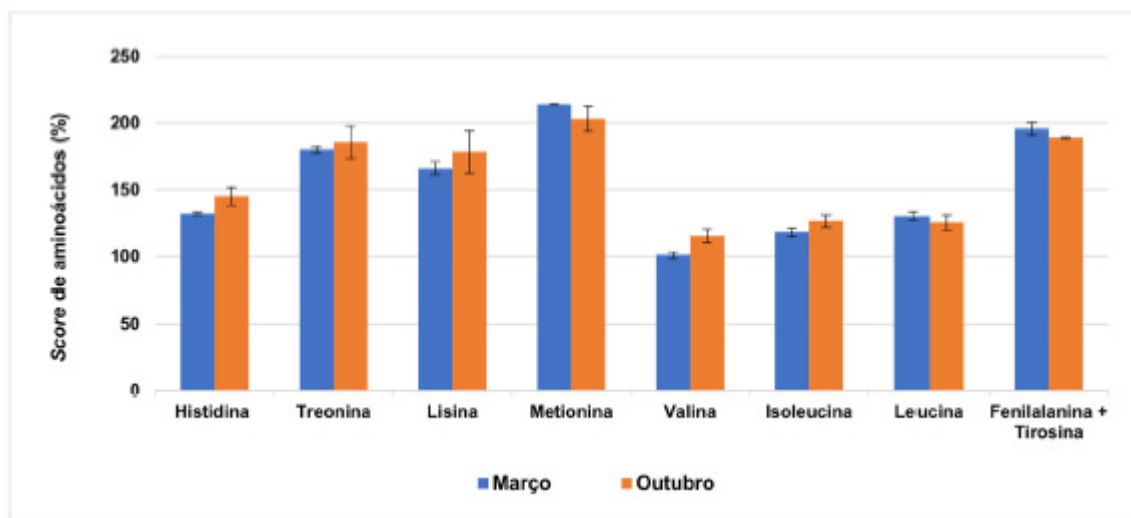


Figura 3.9. *Score* de aminoácidos (%) para a cavala em março e outubro. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre o *score* de cada aminoácido em março e em outubro ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.10. Score de aminoácidos (%) para a corvina em março e outubro. Não se verificaram diferenças significativas entre o score de cada aminoácido em março e em outubro ( $p>0,05$ ).**

Nas quatro espécies em estudo e em ambas as épocas de captura, a valina foi sempre o aminoácido que apresentou um AS mais baixo, mas, mesmo assim, só no caso do carapau e da cavala capturados em março, este valor foi inferior a 100% ( $93 \pm 1\%$  para o carapau de maior dimensão (C1),  $95 \pm 2\%$  para o carapau de menor dimensão (C2) e  $98 \pm 1\%$  para a cavala). Deste modo, apenas no caso do carapau e da cavala capturados em março foi possível identificar a valina como aminoácido limitante. Os valores de AS obtidos para todas as outras espécies bem como para a cavala e carapau capturados em outubro foram sempre superiores a 100%, o que indica que não são limitantes. Para todas as espécies, a leucina e a isoleucina foram, após a valina, os aminoácidos que apresentaram menor AS. Por outro lado, a metionina foi o aminoácido que apresentou o valor de AS mais elevado no caso do carapau e da corvina, enquanto que a histidina foi o aminoácido que apresentou o valor de AS mais elevado no caso da sardinela e da cavala.

Os elevados valores de AS encontrados para as espécies do Namibe são concordantes com os relatados por outros autores. Assim, Saavreda et al. (2017) também encontraram AS superiores a 100% para a *A. regius*. Neste caso, os aminoácidos com AS mais baixo foram a histidina (114%) e a valina (118%). Calculando este índice a partir dos dados publicados por Iwasaki & Harada (1985), para a cavala capturada no Pacífico (Japão), e por Oduro et al. (2011), para a cavala capturada ao Sul da Coreia do Sul, também é possível encontrar AS superiores a 100% para todos os aminoácidos, com a valina a ser o aminoácido com menor AS, no caso da cavala da Coreia do Sul (133%) e a leucina (133%) e valina (128%) a serem os aminoácidos com menor AS no caso da cavala do Japão. Tal como

verificado na cavala do Namibe, também nestes dois casos a histidina foi o aminoácido com valor de AS mais elevado. Os valores de AS para o músculo de *Sparus aurata* (Pateiro et al., 2020), *Thunnus albacares* e *Thunnus obesus* (Peng et al., 2013) também foram superiores a 100%.

Deste modo, é possível concluir que a proteína das diversas espécies em estudo apresentou, em linha com o descrito para outras espécies, uma elevada qualidade e pode ser considerada uma boa fonte de AAE. Os elevados valores de AS indicam que a proteína destas espécies possa ser boa para complementar proteínas de baixa qualidade de outras fontes dietéticas. Particularmente, os elevados AS para a lisina e para a metionina sugerem que, a proteína destas espécies, possa ser boa para suplementar a carência nestes aminoácidos que normalmente se verifica nas proteínas de origem vegetal, nomeadamente nos cereais e nas leguminosas (Peng et al., 2013).

### **3.2.4. Macrominerais e oligoelementos**

#### **3.2.4.1. Macrominerais e oligoelementos nos tecidos do *C. maritae***

Os minerais são essenciais para a saúde humana, portanto, sua quantificação é importante para a avaliação da qualidade nutricional dos alimentos (He et al., 2017). Os minerais existentes nos tecidos edíveis do caranguejo, podem ser veiculados pela água ou pelos alimentos, e dependem de fatores endógenos (espécie, sexo, tipo de tecido, etc.), bem como de fatores exógenos que influenciam a existência e a biodisponibilidade dos elementos minerais na água e na cadeia alimentar (temperatura, salinidade, local, influência antropogénica, etc.) (Barrento et al., 2009a).

O teor em macrominerais (Tabela 3.18) não variou de forma significativa entre as duas épocas de captura (março e outubro). No músculo, o sódio foi o macromineral mais abundante seguido do potássio, fósforo e, finalmente, do magnésio. A mesma tendência foi relatada para outras espécies de caranguejo (Barrento et al., 2009a; He et al., 2017; Marques et al., 2010). O *C. maritae* do Namibe apresentou uma concentração de sódio muito superior à encontrada nas outras espécies (399 mg/100 g para *Maja brachydactyla* (Marques et al., 2010), 292,95 mg/100 g para *Portunus trituberculatus* (He et al., 2017) e 240,0 mg/100g ou 302,5 para *Cancer pagurus*, capturado canal da Mancha ou na costa da Escócia, repetivamente (Barrento et al., 2009a)). O maior teor em sódio apresentado pelo *C. maritae* do Namibe deve estar relacionado com a adição de cloreto de sódio efectuada durante a sua preparação industrial (ver ponto 2.1). Também a cozedura pode ter contribuído para aumentar o teor em sódio. Risso & Carelli (2012) ao comparar o teor em minerais de *Lithodes santolla* antes e após cozedura, concluíram que a confeção originava uma concentração de todos os minerais analisados (sódio, potássio, cálcio, fósforo, magnésio, zinco e ferro). Particularmente, no caso do sódio, após cozedura o teor aumentou de  $509 \pm 3$  mg/100 g para  $594 \pm 6$  mg/100 g. Comparando com o músculo do *C. maritae* do Namibe, o músculo de *Lithodes santolla* após cozedura apresentou teores

aproximados de ferro ( $1,86 \pm 0,30$  mg/100 g), potássio ( $203 \pm 4$  mg/100 g) e fósforo ( $143 \pm 0,21$  mg/100 g) e teores inferiores de sódio ( $594 \pm 6$  mg/100 g), magnésio ( $41,3 \pm 1,0$  mg/100 g) e zinco ( $2,64 \pm 0,85$  mg/100 g).

**Tabela 3.18. Teor em macrominerais e em oligoelementos (mg/100 g de peso fresco) nos tecidos edíveis do *C. maritae* capturado em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	Março		Outubro		
	Músculo	Ovários	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas
<b>Macrominerais</b>					
Sódio	$690,6 \pm 35,8^a$	ne	$653,2 \pm 3,8^a$	ne	ne
Magnésio	$76,1 \pm 5,7^a$	ne	$79,0 \pm 1,6^a$	ne	ne
Fósforo	$152,0 \pm 5,0^a$	ne	$155,2 \pm 1,1^a$	ne	ne
Potássio	$214,5 \pm 16,1^a$	ne	$219,4 \pm 1,6^a$	ne	ne
<b>Oligoelementos</b>					
Ferro	$1,850 \pm 0,030^a$	ne	$1,200 \pm 0,221^a$	ne	ne
Selênio	$0,173 \pm 0,003^a$	ne	$0,116 \pm 0,011^b$	ne	ne
Iodo	$0,147 \pm 0,010^b$	ne	$0,187 \pm 0,008^a$	ne	ne
Manganês	$0,028 \pm 0,009^c$	$0,139 \pm 0,001^a$	$0,024 \pm 0,002^c$	$0,125 \pm 0,003^b$	$0,145 \pm 0,002^a$
Cobre	$1,492 \pm 0,103^c$	$2,425 \pm 0,224^a$	$1,506 \pm 0,028^c$	$2,245 \pm 0,057^b$	$2,623 \pm 0,062^a$
Zinco	$4,035 \pm 0,002^b$	$22,048 \pm 0,309^a$	$4,168 \pm 0,063^b$	$19,271 \pm 0,549^a$	$5,484 \pm 0,081^b$
Níquel	$0,022 \pm 0,002^c$	$0,063 \pm 0,011^b$	$0,019 \pm 0,000^c$	$0,047 \pm 0,003^b$	$0,091 \pm 0,001^a$
Crômio	$0,006 \pm 0,000^c$	$0,008 \pm 0,000^c$	$0,007 \pm 0,000^c$	$0,014 \pm 0,002^a$	$0,011 \pm 0,001^b$
Cobalto	$0,003 \pm 0,000^d$	$0,010 \pm 0,001^b$	$0,002 \pm 0,000^d$	$0,008 \pm 0,000^c$	$0,014 \pm 0,000^a$
Vanádio	$0,033 \pm 0,001^b$	$0,044 \pm 0,009^b$	$0,031 \pm 0,003^b$	$0,037 \pm 0,000^b$	$0,070 \pm 0,001^a$

ne) Não efetuado; Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

Ao contrário do verificado por Risso & Carelli (2012), Maulvault et al. (2012) descrevem que a cozedura provoca efeitos diferenciados (aumento, diminuição ou ausência de variação) sobre o teor em minerais dos tecidos edíveis de *Cancer pagurus*, sendo esses efeitos dependentes do mineral e do tecido e dos procedimentos culinários. Por exemplo, no caso do músculo, os autores verificaram que a cozedura originava uma diminuição do teor em potássio e em ferro, um aumento do teor em zinco, cobre e bromo, não tendo nenhum efeito sobre as concentrações de enxofre, cloro, cálcio, manganês, selênio e estrôncio.

Tal como verificado com os macrominerais, também o teor em oligoelementos do músculo não variou de forma significativa entre épocas de captura, com exceção do teor em selênio (mais elevado em março) e do teor em iodo (mais elevado em outubro) (Tabela 3.18). Nos ovários observaram-se variações significativas nos teores em manganês, cobre e crômio (mais elevados em outubro), bem como no teor em cobalto (mais elevado em março). O teor em oligoelementos variou de forma significativa entre os vários tecidos edíveis analisados, sendo mais elevado no hepatopâncreas e

nos ovários do que no músculo. De um modo geral, os oligoelementos analisados apresentaram concentrações mais elevadas no hepatopâncreas, com exceção do zinco e do crômio que se apresentaram mais concentrados nos ovários. As diferenças no teor em oligoelementos verificadas entre tecidos estão, de um modo geral, de acordo com o reportado na literatura para outras espécies de caranguejos (Barrento et al., 2009a; He et al., 2017; Marques et al., 2010), e podem traduzir as diferentes funções fisiológicas desempenhadas por cada um desses tecidos. O músculo está envolvido principalmente nos movimentos mecânicos, exigindo assim elementos vitais para as funções neuromusculares (Marques et al., 2010). O hepatopâncreas está envolvido na digestão, armazenamento e destoxificação de vários contaminantes inorgânicos e orgânicos, bem como na regulação de vários cátions e metais pesados, reduzindo sua carga na hemolinfa e em outros tecidos (Barrento et al., 2009a). Os ovários são os órgãos produtores das células reprodutoras, tendo, por isso, elevadas necessidades nutricionais (Marques et al., 2010).

O zinco foi oligoelemento mais abundante em todos os tecidos do *C. maritae*. A concentração deste metal foi particularmente elevada nos ovários. A incorporação seletiva do zinco no tecido do ovário sugere que este metal possa ser importante para a oogénese do *C. maritae*. Outros crustáceos também apresentaram um teor mais elevado em zinco no tecido do ovário, sugerindo a incorporação desse metal em metaloenzimas, bem como o seu envolvimento na estabilização das proteínas de armazenamento utilizadas durante a embriogénese (Barrento et al., 2009a; He et al., 2017; Jeckel et al., 1996; Marsden & Rainbow, 2004).

No músculo, a seguir ao zinco, o cobre e o ferro, seguidos do iodo e do selénio, foram os principais oligoelementos. A mesma tendência foi, de um modo geral, relatada para outras espécies de caranguejo (Barrento et al., 2009a; He et al., 2017; Marques et al., 2010; Maulvault et al., 2012).

#### **3.2.4.2. Macrominerais e oligoelementos nas espécies *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens***

O teor em macrominerais e em oligoelementos no tecido muscular das várias espécies de peixes em estudo encontra-se na Tabela 3.19.

**Tabela 3.19. Teor em macrominerais (mg/100 g de peso fresco) e em oligoelementos (mg/kg de peso fresco) no músculo das espécies capturadas em março e em outubro (média ± desvio padrão)**

	Carapau			Sardinela			Cavala		Corvina	
	Março C1	Março C2	Outubro	Março S1	Março S2	Outubro	Março	Outubro	Março	Outubro
<i>Macrominerais</i>										
Sódio	132,5±43,3 <sup>a</sup>	111,6±27,3 <sup>a</sup>	133,5±19,4 <sup>a</sup>	123,0±6,6 <sup>a</sup>	155,4±19,8 <sup>a</sup>	150,0±34,0 <sup>a</sup>	138,4±52,0 <sup>a</sup>	97,0±5,5 <sup>a</sup>	118,9±3,9 <sup>a</sup>	96,7±1,0 <sup>b</sup>
Magnésio	34,8±2,0 <sup>a</sup>	35,7 ± 3,0 <sup>a</sup>	30,6±0,6 <sup>a</sup>	34,2± 0,4 <sup>b</sup>	39,3±1,9 <sup>a</sup>	35,4± 0,6 <sup>b</sup>	38,3±1,3 <sup>a</sup>	35,2±0,2 <sup>a</sup>	28,7 ± 0,7 <sup>a</sup>	28,6 ± 0,4 <sup>a</sup>
Fósforo	233,3±2,0 <sup>a</sup>	229,4± 4,2 <sup>a</sup>	196,9±2,7 <sup>b</sup>	271,8±0,9 <sup>a</sup>	271,3±2,3 <sup>a</sup>	262,2±9,3 <sup>a</sup>	241,1±10,3 <sup>a</sup>	246,4±0,6 <sup>a</sup>	204,9±1,5 <sup>a</sup>	223,8±13,5 <sup>a</sup>
Potássio	415,7±15,8 <sup>a</sup>	424,7±2,5 <sup>a</sup>	355,0±15,4 <sup>b</sup>	388,9±52,9 <sup>a</sup>	445,9±38,9 <sup>a</sup>	395,0±28,9 <sup>a</sup>	425,9±11,2 <sup>a</sup>	415,7±2,7 <sup>a</sup>	423,6±11,2 <sup>a</sup>	412,3±2,1 <sup>a</sup>
<i>Oligoelementos</i>										
Ferro	17,15±0,47 <sup>a</sup>	14,75±3,10 <sup>a</sup>	18,32±0,61 <sup>a</sup>	24, 61±0,91 <sup>c</sup>	28,78±0,26 <sup>b</sup>	34,00±0,55 <sup>a</sup>	15,31±3,57 <sup>a</sup>	17,49±0,15 <sup>a</sup>	4,72±0,20 <sup>a</sup>	3,66±0,26 <sup>b</sup>
Selênio	0,61±0,01 <sup>b</sup>	0,69±0,05 <sup>a</sup>	0,47±0,03 <sup>c</sup>	0,92±0,03 <sup>a</sup>	0,66±0,03 <sup>b</sup>	0,41±0,03 <sup>c</sup>	1,01±0,06 <sup>a</sup>	0,58±0,02 <sup>b</sup>	0,65±0,01 <sup>a</sup>	0,41±0,03 <sup>b</sup>
Iodo	0,25±0,01 <sup>a</sup>	0,29±0,02 <sup>a</sup>	0,28±0,04 <sup>a</sup>	0,21±0,00 <sup>a</sup>	0,20±0,04 <sup>a</sup>	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,30±0,01 <sup>a</sup>	0,26±0,01 <sup>b</sup>	0,14±0,00 <sup>a</sup>	0,14±0,00 <sup>a</sup>
Manganês	0,08±0,03 <sup>a</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,02 <sup>a</sup>	0,39±0,00 <sup>a</sup>	0,42±0,08 <sup>a</sup>	0,53±0,07 <sup>a</sup>	0,10±0,01 <sup>a</sup>	0,10±0,02 <sup>a</sup>	0,05±0,03 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>a</sup>
Cobre	1,01±0,00 <sup>a</sup>	0,84±0,03 <sup>a</sup>	0,90±0,27 <sup>a</sup>	1,17±0,21 <sup>a</sup>	1,04±0,09 <sup>a</sup>	0,94±0,04 <sup>a</sup>	1,09±0,12 <sup>a</sup>	1,20±0,07 <sup>a</sup>	0,23±0,01 <sup>b</sup>	0,31±0,00 <sup>a</sup>
Zinco	6,45±0,61 <sup>a</sup>	6,15±0,66 <sup>a</sup>	5,99±0,60 <sup>a</sup>	5,78±0,13 <sup>b</sup>	6,57±0,16 <sup>a</sup>	6,14±0,18 <sup>ab</sup>	6,90±0,11 <sup>a</sup>	5,74±0,04 <sup>b</sup>	4,37±0,18 <sup>a</sup>	3,76±0,08 <sup>b</sup>
Níquel	nd	nd	nd	nd	0,03± 0,00	nd	nd	0,14±0,00	nd	nd
Crômio	0,07±0,00 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>	0,08±0,00 <sup>a</sup>	nd	nd	0,06±0,00	0,05±0,00 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>	0,05±0,01 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>
Cobalto	nd	0,01±0,00	nd	0,01±0,00 <sup>a</sup>	0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,00 <sup>a</sup>	0,01± 0,00 <sup>a</sup>	0,01± 0,00 <sup>a</sup>	nd	nd
Vanádio	0,10±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>a</sup>	0,10±0,02 <sup>a</sup>	0,11±0,01 <sup>a</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,09±0,01 <sup>a</sup>	0,08±0,02 <sup>a</sup>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	0,10±0,02 <sup>a</sup>

nd) Não detetado; Para cada espécie em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre grupos (p<0,05).



Nas quatro espécies em estudo, o potássio foi o macromineral mais abundante, seguido do fósforo, do sódio e, por último, do magnésio. Esta sequência está de acordo com a normalmente verificada nos peixes (Nunes et al., 2003). De um modo geral, não se verificaram diferenças significativas no teor em macrominerais, nem entre tamanhos, nem entre épocas. Apenas no teor em potássio e em fósforo do carapau se verificaram diferenças significativas entre épocas, com os valores mais elevados a serem registados em março. Ersoy & Çelik, 2010, ao analisarem o teor em macrominerais em seis espécies capturadas, em diferentes épocas, na costa da Turquia (mar Mediterrâneo), encontraram algumas variações nesses teores, com os valores mais elevados a serem registados no Outono. Por outro lado, os resultados obtidos no presente trabalho estão mais concordantes com os publicados por Durmus (2019). Este autor, não encontrou diferenças significativas nos teores em cálcio e em magnésio de *Trachurus trachurus*, capturado no mar Negro, nas quatro diferentes estações do ano, tendo, na maioria dos casos, encontrado apenas diferenças significativas entre os teores de sódio, potássio e fósforo registados na Primavera e os mesmos teores registados nas restantes estações.

Os teores de potássio, fósforo, sódio e magnésio obtidos para todas espécies encontraram-se dentro das gamas descritas por outros autores para diversas espécies de peixes marinhos (Afonso et al., 2013; Bandarra et al. 2009; Costa et al. 2009; Durmus, 2019; IPMA, 2020a; Pateiro et al., 2020). Os teores de potássio, fósforo e magnésio obtidos para *S. aurita* e para *T. trecae* foram semelhantes aos reportados por Reksten et al. (2020), para as mesmas espécies capturadas na costa de Angola. Contudo, estes autores encontraram teores de sódio inferiores ( $50 \pm 0,8$  mg/100 g, para a *S. aurita* e  $65 \pm 1,1$  mg/100 g, para o *T. trecae*). A diferença observada pode relacionar-se com alterações nas condições abióticas entre os dois anos de captura.

Dos vários oligoelementos analisados, o ferro e o zinco foram os que mais se destacaram em todas as espécies em estudo. O teor em ferro do carapau, não variou de forma significativa nem com o tamanho dos peixes, nem com a época de captura. Também no caso da cavala, não se verificaram diferenças significativas entre o teor de ferro nas duas épocas de captura. Pelo contrário, no caso da sardinela e da corvina, observaram-se diferenças significativas com os teores mais elevados a serem registados em março, no caso da corvina, e em outubro, no caso da sardinela. Para a sardinela, observaram-se, igualmente diferenças significativas entre o teor em ferro dos peixes de diferentes dimensões capturados em março, com os peixes mais jovens a registar teores mais elevados.

No caso do zinco, verificaram-se diferenças significativas entre as sardinelas de diferentes dimensões capturadas em março, com o grupo de menor dimensão a ter o valor mais elevado. Verificaram-se ainda diferenças significativas no teor de zinco apresentado pela cavala e pela corvina nas duas épocas de captura, com os valores mais elevados a serem registados em março.

A seguir ao ferro e ao zinco, o cobre e o selénio foram os oligoelementos mais abundantes em todas as espécies estudadas. Também em relação a estes dois elementos se verificaram diferentes padrões de variação. Assim, enquanto que apenas o teor em cobre da corvina apresentou uma variação significativa entre épocas, com o valor mais elevado a ser registado em outubro, no caso do selénio, verificaram-se sempre variações significativas entre épocas, com os valores mais elevados a ser registados em março. No caso do selénio, verificaram-se igualmente variações significativas entre tamanhos, com os valores mais elevados a ser registados, no caso do carapau, no grupo dos peixes mais pequenos, e, no caso da sardinela, no grupo dos peixes maiores.

O quinto oligoelemento mais abundante para o carapau, corvina e cavala foi o iodo, enquanto que, para a sardinela foi o manganês. Na generalidade, o teor nestes dois minerais não apresentou variações significativas. Apenas no caso da cavala se verificou em março um teor em iodo significativamente mais elevado do que em outubro. Todas as espécies apresentaram níveis baixos de vanádio, tendo sido pontualmente detetados teores, igualmente baixos, de crómio, níquel e cobalto.

Os resultados obtidos permitem concluir que se verificaram alterações sazonais no teor em oligoelementos, tendo, de um modo geral, essa variação, sido diferente de espécie para espécie. Apenas no caso do vanádio, manganês e selénio se verificou o mesmo comportamento em todas as espécies, com os teores a não apresentarem alterações significativas entre épocas, no caso do vanádio e do manganês, ou, no caso do selénio, com os valores mais elevados a serem registados em março. Dentro da mesma espécie, apenas no caso da cavala se conseguiu estabelecer um padrão uniforme de variação. Assim, no caso da cavala sempre que se verificaram variações significativas nos teores de oligoelementos, os valores mais elevados foram registados em março.

A existência de variações sazonais no teor de oligoelementos sem que, no entanto, se consiga identificar um padrão uniforme para essa variação, tem sido igualmente relatada por outros autores para diferentes espécies de peixes, como, por exemplo, *Sardina pilchardus*, *Scomber japonicus* e *Trachurus trachurus* capturados na costa atlântica de Marrocos (Afandi et al., 2018), *Scomber colias*, *Sardina pilchardus* e *Trachurus picturatus* capturados ao largo das Canárias (Lozano-Bilbao et al., 2020), seis espécies diferentes de peixes demersais capturados no mar Mediterrâneo, ao largo da Turquia (Ersoy & Çelik, 2010), *Trachurus trachurus* capturado no mar Negro (Durmus, 2019), ou *Micropogonias furnieri* capturada em diferentes regiões do Brasil (Chaguri et al., 2015). As variações sazonais no teor em elementos minerais podem relacionar-se com diferentes fatores, como, por exemplo, a fase do crescimento e do ciclo reprodutivo, alterações na temperatura da água, bem como na circulação da água ao longo da costa e na intensidade dos afloramentos (Afandi et al., 2018). Quando os valores mais elevados se verificam na época da chuva podem dever-se a uma maior lixiviação dos solos, com um resultante aumento do teor em minerais na água e, consequentemente, nas cadeias alimentares marinhas (Ersoy & Çelik, 2010). Os diferentes padrões de variação observados

entre as várias espécies podem estar relacionados com diferenças nos hábitos alimentares ou diferenças nos processos fisiológicos e na capacidade de absorção de minerais (Afandi et al., 2018).

Em relação às restantes espécies, a corvina apresentou-se mais pobre em ferro. Esta diferença pode estar relacionada com os seus hábitos alimentares ou com outras características específicas, nomeadamente com a sua capacidade de absorção e de excreção do ferro. O teor em ferro, zinco, selénio, cobre e manganésio apresentado pela corvina aproximou-se do descrito para *Argyrosomus regius* da costa Portuguesa (Costa et al., 2013; IPMA, 2020a), bem como para *Micropogonias furnieri* capturada na região de Santos, no Brasil (Chaguri et al., 2015).

Os teores em ferro, iodo, selénio e zinco da sardinela e do carapau foram aproximados (zinco e iodo) ou superiores (ferro e selénio) aos descritos por Reksten et al. (2020) para as mesmas espécies capturadas ao largo de Angola. As diferenças podem dever-se a alterações nas condições abióticas entre os dois anos de captura ou a diferenças na zona específica de captura. No entanto, tal como verificado no presente trabalho, também Reksten et al. (2020) encontraram teores semelhantes em selénio para a sardinela e para o carapau (0,370 mg/kg para a sardinela e 0,382 mg/kg para o carapau), encontrando um teor em ferro na sardinela cerca de duas vezes superior ao teor encontrado no carapau (18,4 mg/kg para a sardinela e 8,4 mg/kg para o carapau).

Os teores em cobre, ferro e zinco encontrados na cavala, carapau e sardinela do Namibe foram semelhantes aos encontrados em *Scomber colias*, *Thrachurus picturatus* e *Sardina pilchardus* capturados no Noroeste de África, ao largo das Canárias (Lozano-Bilbao et al., 2020).

### **3.2.5. Elementos tóxicos**

#### **3.2.5.1. Elementos tóxicos nos tecidos do *C. maritae***

Apesar de todos os benefícios nutricionais reconhecidamente associados ao seu consumo, o pescado pode igualmente constituir uma fonte de exposição a compostos ou a elementos tóxicos. A contaminação ambiental com metais pesados é ubíqua e está associada tanto à presença destes elementos na crosta terrestre como à ação antropogénica (Ariano et al., 2015). Os metais pesados tendem a concentrar-se nas partículas mais finas dos sedimentos, devido à sua maior área superficial. Os caranguejos de profundidade, como é o caso do *C. maritae*, estão permanentemente a filtrar estas partículas que se encontram no fundo ou na coluna de água adjacente à interface sedimento-água, o que em conjunto com o seu crescimento lento e com a sua elevada longevidade, os torna particularmente susceptíveis a assimilar metais pesados e outros contaminantes que aí possam estar presentes (Perry et al., 2015).

O mercúrio, cádmio, chumbo e arsénio constituem os elementos tóxicos mais associados ao pescado (Julshamn et al., 2015), constituindo o cádmio a maior preocupação relativamente aos

caranguejos. A União Europeia fixou teores máximos admissíveis de mercúrio, cádmio e chumbo nos diferentes produtos da pesca (Comissão Europeia, 2006). Em particular, no caso dos caranguejos, o Regulamento N° 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006 fixa teores máximos admissíveis para mercúrio, cádmio e chumbo mas apenas para o músculo (carne branca), excluindo o hepatopâncreas e as gónadas (carne escura). Estudos anteriores reportaram a existência de níveis consideráveis de cádmio no hepatopâncreas de caranguejos de diferentes espécies, capturados em diferentes zonas geográficas (Ariano et al., 2015; Barrento et al., 2009b; Marques et al., 2010; Maulvault et al., 2012; Wiech et al., 2018). Por esse motivo, a União Europeia publicou em 2011 uma nota informativa alertando para o facto do consumo de carne escura de caranguejo poder levar a uma exposição inaceitável ao cádmio, explicitando que os consumidores deveriam ser aconselhados a evitar ou a limitar seu consumo (Comissão Europeia, 2011).

Os teores em elementos contaminantes doseados nos tecidos edíveis do *C. maritae* do Namibe encontram-se na Tabela 3.20.

**Tabela 3.20. Teor em elementos tóxicos (mg/kg de peso fresco) nos tecidos edíveis do *C. maritae* capturado em março e em outubro (média  $\pm$  desvio padrão).**

	TMA (mg/kg)	Março		Outubro		
		Músculo	Ovários	Músculo	Ovários	Hepatopâncreas
Arsénio	NDf	1,091 $\pm$ 0,029 <sup>c</sup>	1,659 $\pm$ 0,081 <sup>b</sup>	1,198 $\pm$ 0,046 <sup>c</sup>	1,629 $\pm$ 0,131 <sup>b</sup>	2,219 $\pm$ 0,051 <sup>a</sup>
Cádmio	0,5 <sup>1</sup>	0,009 $\pm$ 0,002 <sup>b</sup>	nd	0,008 $\pm$ 0,001 <sup>b</sup>	nd	0,020 $\pm$ 0,002 <sup>a</sup>
Chumbo	0,5 <sup>1</sup>	0,009 $\pm$ 0,002 <sup>b</sup>	nd	0,008 $\pm$ 0,001 <sup>b</sup>	nd	0,020 $\pm$ 0,002 <sup>a</sup>
Mercúrio	0,5 <sup>1</sup>	0,181 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,032 $\pm$ 0,002 <sup>c</sup>	0,177 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,040 $\pm$ 0,003 <sup>c</sup>	0,102 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>

TMA) Teor máximo admissível; NDf) Não definido; nd) Não detetado. <sup>1</sup>) Comissão Europeia, 2006. Em cada linha, letras diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

A época de captura não influenciou o teor em elementos tóxicos no *C. maritae*. O mercúrio apresentou níveis mais elevados no músculo e o arsénio, cádmio e chumbo apresentaram níveis mais elevados no hepatopâncreas. Os ovários apresentaram o teor mais baixo em mercúrio não tendo sido detetada a presença de cádmio e de chumbo.

Os resultados mostraram que os tecidos edíveis do *C. maritae* do Namibe apresentaram concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio abaixo dos teores máximos previstos na regulamentação Europeia. No caso do arsénio, não existe correntemente na União Europeia nenhum limite legal para o teor com que, este elemento pode aparecer no pescado. O teor em cádmio no hepatopâncreas do *C. maritae* do Namibe foi baixo quando comparado com outras espécies de caranguejos capturadas em outros locais. Por exemplo, Marques et al. (2010) encontraram um teor médio de cádmio de 2,1 mg/kg no hepatopâncreas de *Maja brachydactyla* capturado no Canal da Mancha (Reino Unido), Barrento et al. (2009b) descrevem teores médios de cádmio de aproximadamente 21 mg/kg e 13 mg/kg no

hepatopâncreas de fêmeas de *Cancer pagurus* capturadas na costa da Escócia e no Canal da Mancha, respetivamente, Ariano et al. (2015) reportam valores médios de cádmio de 1,465 mg/kg no hepatopâncreas de *Eriphia verrucosa*, capturado no mar Tirreno (Sul da Itália). Já He et al. (2017) encontraram no hepatopâncreas de *Portunus trituberculatus* capturado no Mar da China Oriental, no norte da província de Zhejiang, um teor mais baixo de cádmio (0,09 mg/kg) mas, mesmo assim, superior ao encontrado no hepatopâncreas de *C. maritae* do Namibe.

Já em relação aos teores em chumbo e em mercúrio, os valores foram aproximados (Barrento et al., 2009b; He et al., 2017; Julshamn et al. 2015; Marques et al., 2010) ou, no caso do chumbo, inferiores aos reportados por outros autores (Perry et al., 2015), para outras espécies capturadas noutras localizações geográficas. No caso do arsénio os teores encontrados foram aproximados aos encontrados por He et al. (2017), mas marcadamente inferiores aos reportados por outros autores (Barrento et al., 2009b; He et al., 2017; Julshamn et al. 2015; Marques et al., 2010; Ruttens et al., 2012), para outras espécies capturadas noutras localizações geográficas. Acresce ainda, que, no pescado o arsénio se encontra, predominantemente sob a forma de arsenobetaína, o que lhe confere uma reduzida toxicidade (Ruttens et al., 2012).

O baixo teor em elementos tóxicos apresentado pelo *C. maritae* do Namibe pode estar relacionado, não só, com características da espécie, mas também com outros fatores que podem influenciar a absorção dos metais, como, por exemplo, a concentração de exposição, clima, salinidade e possíveis efeitos de sinergia ou antagonismo exercidos por outros metais ou compostos orgânicos que possam estar presentes na água e nos sedimentos (Perry et al., 2015; Wiech et al., 2018). O facto de ter sido cozido também pode ter exercido alguma influência. Contudo, Maulvault et al. (2012) referem que a cozedura do caranguejo, quer ao vapor, quer por imersão, não afeta a concentração de mercúrio, cádmio ou arsénio nos diferentes tecidos edíveis analisados (músculo e carne escura), tendo originado um aumento no teor de chumbo da carne escura.

#### **3.2.5.2. Elementos tóxicos nas espécies *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens***

Os teores em elementos contaminantes doseados no músculo de *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens*, nas duas épocas de captura, encontram-se na Tabela 3.21.

**Tabela 3.21. Teor em elementos tóxicos (mg/kg de peso fresco) no músculo das espécies de peixe capturadas em março e em outubro (média ± desvio padrão).**

Espécie	Época	Arsénio	Cádmio	Chumbo	Mercúrio
Carapau	C1 (Março)	0,386±0,017 <sup>a</sup>	0,008±0,001	0,007±0,001	0,032±0,003 <sup>b</sup>
	C2 (Março)	0,390±0,015 <sup>a</sup>	nd	nd	0,013±0,000 <sup>c</sup>
	Outubro	0,394±0,001 <sup>a</sup>	nd	nd	0,051±0,005 <sup>a</sup>
Sardinela	S1 (Março)	0,411±0,006 <sup>a</sup>	0,005±0,001 <sup>a</sup>	nd	0,025±0,001 <sup>a</sup>
	S2 (Março)	0,350±0,000 <sup>a</sup>	0,004±0,001 <sup>a</sup>	nd	0,007±0,001 <sup>c</sup>
	Outubro	0,370±0,095 <sup>a</sup>	nd	nd	0,020±0,002 <sup>b</sup>
Cavala	Março	0,623±0,006 <sup>a</sup>	nd	nd	0,031±0,001 <sup>b</sup>
	Outubro	0,505±0,010 <sup>b</sup>	nd	nd	0,041±0,005 <sup>a</sup>
Corvina	Março	0,363±0,004 <sup>a</sup>	nd	nd	0,116±0,009 <sup>a</sup>
	Outubro	0,363±0,042 <sup>a</sup>	nd	nd	0,181±0,027 <sup>a</sup>

nd) Não detetado. Em cada espécie, letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (p <0,05).

A presença de chumbo apenas foi detetada no carapau de maior dimensão capturado em março. Quanto ao cádmio, detetou-se a sua presença na sardinela capturada em março (grupos S1 e S2) e no carapau de maior dimensão (grupo C1) capturado em março. O Regulamento (CE) N° 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006 estabelece, para a parte comestível do peixe, os valores de 0,050 mg/kg e 0,30 mg/kg como teores máximos admissíveis para o cádmio e para o chumbo, respetivamente. No entanto, para o cádmio, são permitidos valores mais elevados para algumas espécies, como, por exemplo a *Sardina pilchardus* (0,25 mg/kg) ou a cavala (*Scomber spp.*) (0,10 mg/kg). Através dos resultados apresentados na Tabela 3.21, é possível verificar que os teores em cádmio e em chumbo nas espécies do Namibe foram sempre inferiores aos valores fixados pela legislação Europeia.

Os baixos níveis de contaminação em cádmio e em chumbo detetados estão de acordo com os descritos por outros autores para *Sardinella aurita* e *Trachurus trecae* capturados na costa Angolana (Reksten et al., 2020). Porém, noutras zonas da costa africana têm sido observados teores mais elevados em cádmio e em chumbo em diversas espécies de peixes. Por exemplo, Lozano-Bilbao et al. (2020) encontraram para *Trachurus picturatus* e *Scomber colias*, capturados ao largo das Canárias, teores de cádmio entre 0,018 mg/kg e 0,051 mg/kg, repetivamente. Os mesmos autores encontraram teores de chumbo entre 0,127 mg/kg, para *Scomber colias*, e 0,131 mg/kg para *Trachurus picturatus*. Chahid et al. (2014) descrevem teores de cádmio de 0,024 mg/kg para *Sardina pilchardus* e para *Trachurus trachurus*, e de 0,036 mg/kg para *Scomber scombrus*, bem como teores de chumbo de 0,076 mg/kg para *Sardina pilchardus* e de 0,049 mg/kg para *Scomber scombrus* e *Trachurus*

*trachurus*, capturados ao Sul de Marrocos. Os valores mais elevados verificados por estes autores podem relacionar-se com fatores antropogénicos ou com fatores naturais, como a intensidade dos afloramentos (Afandi et al., 2018; Lozano-Bilbao et al., 2020).

A cavala capturada ao largo da Coreia do Sul (Bae et al., 2011) também apresentou um teor em chumbo superior à cavala do Namibe (0,03 mg/kg). Já na cavala capturada no Atlântico central oriental foram encontrados teores de cádmio mais aproximados aos valores encontrados nas espécies do Namibe (0,0075 mg/kg), embora os teores em chumbo tenham sido mais elevados (0,0365 mg/kg) (Vieira et al., 2011). O mesmo se verificou para a corvina-amarela (*Micropogonias furnieri*) capturada no Atlântico ao largo do Brasil. Teores elevados, entre 0,16 mg/kg e 0,26 mg/kg para o chumbo e entre 0,18 mg/kg e 0,24 mg/kg para o cádmio, foram relatados para *Tachurus trachurus* capturado no mar Negro (Durmus, 2019). Neste último estudo, as atividades antropogénicas, como, por exemplo, descargas de efluentes, atividades agrícolas e industriais ou intenso tráfego de navios foram apontadas como podendo estar na origem dos níveis de contaminação detetados.

Os baixos teores em cádmio e em chumbo encontrados nas espécies do Namibe sugerem que o nível de contaminação ambiental com estes dois elementos seja baixo. No entanto, para além da diferença no grau de contaminação, outros fatores podem contribuir para diferenças no teor em metais tóxicos nos peixes. Por exemplo, a especiação do cádmio é afetada pela salinidade da água, sendo a bioacumulação deste metal afetada tanto pela salinidade como pela temperatura (Vieira et al., 2011). Tal como já referido, as diferenças verificadas entre espécies podem refletir, entre outros fatores, diferentes hábitos alimentares, diferentes taxas metabólicas e/ou diferenças nos processos de assimilação, distribuição e excreção destes metais (Afandi et al., 2018).

Os processos de absorção e distribuição dos elementos tóxicos, como o mercúrio, cádmio, chumbo e arsénio, pelos vários tecidos são específicos de cada espécie. No entanto, o cádmio tende a concentrar-se mais no fígado, ligado às metalotioneínas, enquanto que o chumbo se distribui rapidamente por diversos tecidos, como os ossos, rins e músculo (Gašpić et al., 2002). Por outro lado, o arsénio encontra-se normalmente em quantidades mais elevadas no músculo (Vieira et al., 2011), enquanto que o mercúrio se encontra em níveis mais elevados no músculo de algumas espécies, encontrando-se em níveis mais elevados no fígado de outras espécies (Murillo-Cisneros et al., 2018).

O teor em arsénio nas espécies do Namibe variou entre 0,363 mg/kg (na corvina) e 0,623 mg/kg (na cavala em março). Apenas no caso da cavala se verificou uma variação significativa do teor em arsénio entre épocas de captura, com o valor mais elevado a ser atingido em março. Outros autores têm reportado a existência de diferentes padrões de variação sazonal no teor de arsénio. Chaguri et al. (2015), verificaram a existência de diferenças significativas no teor de arsénio de *Micropogonias furnieri* capturada em épocas diferentes, na região da Parnaíba, no Brasil, não tendo encontrado nenhuma variação para a mesma espécie capturada na zona de Santos, igualmente no Brasil. Por outro

lado, o teor em arsénio de *Trachurus trachurus* capturado no mar Negro foi mais elevado na Primavera, tendo sido idêntico nas restantes três estações do ano (Durmus, 2019).

Tal como descrito por outros autores, dos elementos tóxicos analisados, a arsénio foi o que se encontrou em teores mais elevados (Afonso et al., 2013; Chaguri et al., 2015; Durmus, 2019; Reksten et al., 2020; Vieira et al., 2011). Comparando com valores encontrados por outros autores, é possível verificar que a corvina do Namibe apresentou teores em arsénio inferiores aos encontrados em espécies demersais capturadas no Atlântico, ao largo do Brasil (Chaguri et al., 2015) ou de Portugal (Afonso et al., 2013). As espécies pelágicas apresentaram teores mais aproximados aos reportados para diversas espécies pelágicas, nomeadamente *Sardina pilchardus* ( $0,9990 \pm 0,1534$  mg/kg), *Scomber japonicus* ( $0,8131 \pm 0,2463$  mg/kg) e *Trachurus trachurus* ( $0,9518 \pm 0,2018$  mg/kg), capturadas no Atlântico Nordeste (*Sardina pilchardus* e *Trachurus trachurus*) ou Centro-Este (*Scomber japonicus*) (Vieira et al., 2015), bem como *Trachurus trachurus* capturado no mar Negro (entre 0,92 mg/kg e 1,11 mg/kg) (Durmus, 2019).

Conforme já referido, na União Europeia não existe um limite legal para o teor em arsénio no pescado. Também conforme já referido, nos peixes o arsénio encontra-se predominantemente em formas orgânicas e baixa de toxicidade, como arseno-açúcares ou arsenobetaínas (Ruttens et al., 2012). Ruttens et al. (2012) efetuaram a especiação do arsénio em 98 amostras de pescado tendo verificado que a arsenobetaína era a forma dominante de arsénio em todas as amostras, tendo encontrado em quantidades muito inferiores, e, apenas em cerca de 50% das amostras analisadas, os ácidos dimetilarsínico e monometilarsínico. O arsénio na forma inorgânica apenas se conseguiu quantificar em algumas espécies de bivalves e crustáceos.

Todas as espécies, em ambas as épocas de captura, apresentaram contaminação com mercúrio, contudo, em todas as espécies os valores detetados foram sempre inferiores aos valores máximos estipulados pela legislação europeia (0,5 mg/kg ou 1 mg/kg, dependendo da espécie) (Comissão Europeia, 2006). O grau de contaminação com este elemento apresentou diferenças significativas em função do tamanho dos peixes, com os peixes de maiores dimensões a apresentar os níveis mais elevados (Tabela 3.21).

Em relação ao carapau, os peixes do grupo C2 (peixes mais pequenos) foram os que apresentaram o teor mais baixo em mercúrio, seguidos dos peixes do grupo C1 e, finalmente, dos peixes capturados em outubro. Para esta espécie verificaram-se diferenças significativas no comprimento dos peixes, tendo os peixes capturados em outubro comprimento significativamente superior aos peixes capturados em março e, por sua vez, os peixes do grupo C1 comprimento significativamente superior aos peixes do grupo C2 (Tabela 3.3).



No caso da sardinela, verificou-se exatamente o mesmo resultado, com o teor em mercúrio mais elevado a ser registado no grupo S1, seguido dos peixes capturados em outubro e, finalmente, dos peixes do grupo S2. Nesta espécie verificaram-se igualmente diferenças significativas na dimensão dos peixes, tendo sido os peixes do grupo S1 os que apresentaram maior dimensão, seguidos dos peixes capturados em outubro e, por último, dos peixes do grupo S2 (Tabela 3.5).

Verificaram-se igualmente diferenças significativas no teor em mercúrio da cavala capturada em março e em outubro, com os valores mais elevados a serem registados nos peixes capturados em outubro. Nesta espécie também foram observadas diferenças significativas no tamanho dos peixes, com os peixes capturados em outubro a apresentarem comprimento significativamente superior aos peixes capturados em março (Tabela 3.6). Já no caso da corvina não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nem no teor em mercúrio nem no comprimento dos peixes entre épocas de captura (Tabela 3.7).

A relação entre a dimensão dos peixes e o grau de contaminação com mercúrio está de acordo com a literatura. Com efeito, outros autores têm verificado a existência de uma correlação positiva entre o tamanho e o teor em mercúrio no músculo de diversas espécies (Afonso et al., 2013; Joiris et al., 1999; Murillo-Cisneros et al., 2018; Vieira et al., 2015). No peixe, o mercúrio encontra-se predominantemente (mais de 90%) na forma de metilmercúrio (Comissão Europeia, 2006). O metilmercúrio tem elevada afinidade para com os grupos sulfidrilo (-SH) e pode formar complexos com compostos contendo estes grupos, como, por exemplo, os aminoácidos sulfurados. Nesta forma, o metilmercúrio acaba por ser incorporado na fração proteica do músculo, sendo a sua eliminação muito lenta e incompleta (Amlund et al., 2007). Assim, a correlação positiva verificada entre o comprimento dos peixes e o seu teor em mercúrio pode refletir a contínua bioacumulação de mercúrio ao longo da vida, considerando que o comprimento dos peixes se relaciona de forma direta com a sua idade (Joiris et al., 1999). Esta bioacumulação faz também com que a concentração em mercúrio vá aumentando ao longo dos diversos níveis tróficos das cadeias alimentares marinhas (Afonso et al., 2008).

O teor em mercúrio nas espécies do Namibe variou entre 0,007 mg/kg (sardinela) e 0,181 mg/kg (corvina). Os teores em mercúrio encontrados foram da mesma ordem de grandeza dos reportados por outros autores para diversas espécies, nomeadamente *Sardina pilchardus* (0,0187±0,0005 mg/kg), *Scomber japonicus* (0,0837±0,0354 mg/kg) e *Trachurus trachurus* (0,1576±0,1053 mg/kg), capturadas no Atlântico Nordeste (*Sardina pilchardus* e *Trachurus trachurus*) ou Centro-Este (*Scomber japonicus*) (Vieira et al., 2015), bem como *Scomber japonicus* (entre 0,04±0,01 mg/kg e 0,11±0,02 mg/kg) capturada ao largo da Coreia do Sul (Bae et al., 2011; Bae & Lim, 2012) ou *Scomber scombrus* (0,08±0,01 mg/kg), com origem no Canadá, ou ainda *Scomber australasicus* (0,04±0,02 mg/kg) com origem em Taiwan (Bae et al., 2011). Os valores encontrados foram igualmente comparáveis aos encontrados por Reksten et al. (2020) para diversas espécies

capturadas ao largo de Angola, nomeadamente para *Sardinella aurita* (0,014±0,007 mg/kg), *Sardinella maderensis* (0,046±0,010 mg/kg), *Trachurus trecae* (0,026±0,0007 mg/kg) ou *Caranx rhonchus* (0,022±0,002 mg/kg).

Das várias espécies analisadas, a corvina foi a que mais se destacou em relação ao teor em mercúrio, o que poderá estar relacionado com os seus hábitos alimentares. A corvina é um peixe carnívoro que se alimenta de pequenos peixes como o carapau ou a sardinela (Bianchi, 1986). Em relação às espécies herbívoras ou omnívoras, as espécies carnívoras estão normalmente associadas a um maior grau de contaminação com mercúrio nos seus tecidos (Afonso et al., 2013). No entanto, conforme anteriormente já referido, outros fatores podem influenciar o grau de contaminação dos peixes, como, por exemplo, diferentes taxas metabólicas e/ou diferenças nos processos de assimilação, distribuição e excreção (Afandi et al., 2018).

### **3.3. Contribuição nutricional e risco toxicológico associado ao consumo das espécies estudadas**

As doses diárias recomendadas expressam o nível de ingestão diário de cada nutriente necessário para assegurar a saúde dos indivíduos e, por consequência, das populações. Estes valores podem ser utilizados para calcular a contribuição nutricional dos alimentos, ou seja, a percentagem da dose diária recomendada de cada nutriente que uma refeição de um determinado alimento pode fornecer.

A contribuição nutricional do tecido muscular e do hepatopâncreas do *C. maritae*, em ambas as épocas de captura, encontra-se apresentada na Tabela 3.22. Em termos de macronutrientes, o músculo do *C. maritae* destaca-se pelo importante contributo que pode dar no suprimento das necessidades diárias de proteína (cerca de 25%) e dos ácidos gordos de cadeia longa EPA e DHA (mais de 60%). Em relação aos minerais, o músculo de *C. maritae*, pode fornecer uma fração importante das necessidades diárias de zinco (cerca de 30% no caso dos homens e cerca de 40% no caso das mulheres), iodo (entre 73,7% e 93,3%), cobre (cerca de 70% no caso dos homens e cerca de 86% no caso das mulheres) e, sobretudo, de selénio (125% a 185%). A quantidade de selénio fornecida pelo consumo de uma refeição de músculo de caranguejo representa entre 30% e 40% do UL para este elemento. Assim, apesar de fornecer uma quantidade de selénio superior às necessidades diárias, uma refeição de músculo de caranguejo não leva a que se exceda o UL para este mineral. Em termos de minerais pode ainda destacar-se o contributo do músculo do caranguejo para o suprimento das necessidades diárias de fósforo, magnésio e sódio. Conforme já referido, a maioria das Autoridades competentes não fixa um valor de referência para o consumo de colesterol, mas, quando o faz, o conselho é que esse valor não exceda os 300 mg/dia (EUFIC, 2015). Assim, considerando este

valor é possível verificar que uma refeição de músculo de caranguejo representa cerca entre 15% e 20% do máximo diário de referência.

**Tabela 3.22. Contribuição nutricional (%) do caranguejo em termos de energia, proteína, gordura, EPA+DHA, macrominerais, oligoelementos e colesterol, considerando uma refeição de 75 g (músculo) ou 50 g (hepatopâncreas).**

	Valor de referência (adultos)	Músculo		Hepatopâncreas	
		Março	Outubro	Março	Outubro
Energia	2000 kcal/dia <sup>1</sup>	3,2 ± 0,1	3,1 ± 0,1	5,0 ± 0,0	5,8 ± 0,1
Proteína	50 g/dia <sup>1</sup>	26,5 ± 0,6	25,7 ± 0,1	11,5 ± 0,4	12,2 ± 0,2
Gordura	70 g/dia <sup>1</sup>	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,0	12,0 ± 0,3	14,3 ± 0,2
EPA + DHA	250 mg/dia <sup>2</sup>	70,9 ± 2,1	63,3 ± 2,6	611 ± 28	475 ± 5
Potássio	3500 mg/dia <sup>2</sup>	4,6 ± 0,3	4,7 ± 0,0	-	-
Sódio	2000 mg/dia <sup>3</sup>	25,9 ± 1,3	24,5 ± 0,1	-	-
Magnésio	Homens 350 mg/dia <sup>2</sup>	16,3 ± 1,2	16,9 ± 0,3	-	-
	Mulheres 300 mg/dia <sup>2</sup>	19,0 ± 1,4	19,8 ± 0,4	-	-
Fósforo	550 mg/dia <sup>2</sup>	20,7 ± 0,7	21,6 ± 0,2	-	-
Ferro	Homens 11 mg/dia <sup>4</sup>	12,6 ± 0,2	8,2 ± 1,5	-	-
	Mulheres 16mg/dia <sup>4</sup>	8,7 ± 0,1	5,6 ± 1,0	-	-
Zinco	Homens 9,4 mg/dia <sup>4</sup>	32,2 ± 0,0	33,4 ± 0,5	29,5 ± 0,0	29,2 ± 0,4
	Mulheres 7,5 mg/dia <sup>4</sup>	40,4 ± 0,0	41,7 ± 0,6	36,9 ± 0,0	36,6 ± 0,5
Iodo	0,150 mg/dia <sup>2</sup>	73,7 ± 1,5	93,3 ± 4,2	-	-
Selênio	0,07 mg/dia <sup>2</sup>	185 ± 11	125 ± 12	-	-
	UL (0,3 mg/dia) <sup>5</sup>	43,2 ± 2,5	29,1 ± 2,7	-	-
Cobre	Homens 1,6 mg/dia <sup>2</sup>	69,9 ± 4,8	70,6 ± 1,3	111 ± 0	123 ± 3
	Mulheres 1,3 mg/dia <sup>2</sup>	86,6 ± 5,9	86,9 ± 1,6	91 ± 0	101 ± 2
	UL (5,0 mg/dia) <sup>5</sup>	22,4 ± 1,5	22,6 ± 0,4	24 ± 0	26 ± 1
Manganês	3 mg/dia <sup>2</sup>	0,70 ± 0,22	0,61 ± 0,04	2,1 ± 0,0	2,4 ± 0,0
Colesterol	300 mg/dia <sup>6</sup>	15,7 ± 0,6	19,8 ± 2,3	-	-

1) Doses diárias de referência para adultos (União Europeia, 2011); 2) Ingestão adequada (AI) (EFSA, 2017a); 3) AI (EFSA, 2019); 4) Ingestão de referência para a população (PRI) (EFSA, 2017a); 5) Nível superior de ingestão tolerável (UL) (EFSA, 2006); 6) Valor máximo recomendado (EUFIC, 2015); EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosahexaenóico; -) Não determinado.

Em relação ao músculo, o hepatopâncreas contribui menos para o suprimento das necessidades diárias de proteína (cerca de 12%) e mais para o de gordura (entre 12% e 14%). No entanto, a gordura tem um elevado valor nutricional, contribuindo de forma muito significativa para o aporte de EPA e DHA, dois dos constituintes que mais contribuem para os benefícios nutricionais associados ao consumo de pescado. O hepatopâncreas pode igualmente contribuir de forma expressiva para suprir as necessidades diárias de zinco (30 a 35%) e cobre (111% a 123%). Apesar de fornecer uma quantidade

de cobre superior às necessidades diárias, uma refeição de hepatopâncreas não leva a que se exceda o UL para este mineral.

A contribuição nutricional das quatro espécies de peixes estudadas, em ambas as épocas de captura, encontra-se apresentada na Tabela 3.23. As quatro espécies em estudo podem fornecer uma fração muito expressiva das necessidades diárias de proteína (cerca de 60%). Especialmente em outubro, o carapau, sardinela e cavala também contribuem de forma importante para o aporte em gordura (entre 15 e 18%). A corvina, por se tratar de um peixe magro nunca consegue fornecer mais do que 4% do valor diário de referência para a gordura.

A gordura de todas as espécies tem um elevado valor nutricional, contribuindo de forma muito significativa para o aporte de EPA e DHA. Conforme já referido, diversos ensaios epidemiológicos têm demonstrado que níveis elevados destes dois ácidos gordos na dieta contribuem para um risco reduzido de desenvolvimento de doença cardíaca coronária, hipertensão ou de acidente vascular cerebral (Innes & Calder, 2020). Particularmente, o DHA desempenha um papel importante no correto desenvolvimento do cérebro durante a gestação e infância, tendo sido demonstrada a existência de relações consistentes de dose-resposta entre o consumo materno de DHA e o Quociente de Inteligência (QI) das crianças (FAO/WHO, 2011). Deste modo, os níveis elevados em EPA e DHA encontrados nas espécies em estudo representam um importante benefício nutricional.

De acordo com o Regulamento UE nº 1169/2011 (União Europeia, 2011) pode considerar-se que um alimento fornece uma quantidade significativa de um nutriente quando uma porção consegue fornecer 15 % do valor de referência. Assim, em relação aos minerais, todas as espécies fornecem uma quantidade significativa de potássio (entre 15,2% e 19,1%), fósforo (entre 53,7% e 74,1%) e selénio (entre 86% e 216%). No caso do selénio, apesar de ter sido excedida a dose diária de referência, nunca se excedeu o UL para este mineral (entre 20,0% e 50,4%). O carapau, a sardinela e a cavala têm uma contribuição importante para o aporte de iodo (entre 14,8% e 30,6%) e magnésio (entre 13,1% e 19,6%), tendo ainda a sardinela e o carapau uma contribuição importante para o aporte em ferro (entre 13,8% e 46,4%) e a cavala para o aporte em zinco (entre 14,4% e 23,8%). Os níveis significativos de selénio, iodo, zinco e ferro constituem igualmente importantes benefícios nutricionais, uma vez que as deficiências nesses minerais são generalizadas, afetando não só países em desenvolvimento como inclusive países europeus (Bailey et al., 2015; Bhutta, 2007; Gupta et al., 2020; Haug et al., 2007; Stoffaneller & Morse, 2015). A carência nesses minerais pode contribuir para atrasos no desenvolvimento físico e intelectual, complicações perinatais e aumento do risco de morbilidades e de mortalidade (Bailey et al., 2015).

Todas as espécies estudadas apresentaram uma baixa contribuição para a ingestão diária de colesterol (entre 10% e 15%), destacando-se neste ponto a corvina, cuja contribuição foi de cerca de 10% do máximo diário recomendado (EUFIC, 2015).

**Tabela 3.23. Contribuição nutricional (%) do carapau, sardinela, cavala e corvina em energia, proteína, gordura, EPA+DHA, minerais e colesterol, considerando uma refeição de 150 g.**

	Valor de referência (adultos)	Carapau		
		Março C1	Março C2	Outubro
Energia	2000 kcal/dia <sup>1</sup>	7,9 ± 0,1	7,3 ± 0,1	11,5 ± 1,0
Proteína	50 g/dia <sup>1</sup>	60,6 ± 0,2	61,1 ± 1,9	57,7 ± 0,5
Gordura	70 g/dia <sup>1</sup>	5,8 ± 0,5	3,6 ± 0,2	18,2 ± 3,7
EPA + DHA	250 mg/dia <sup>2</sup>	280 ± 34	167 ± 9	1056 ± 195
Potássio	3500 mg/dia <sup>2</sup>	17,8 ± 0,7	18,2 ± 0,1	15,2 ± 0,1
Sódio	2000 mg/dia <sup>3</sup>	9,9 ± 3,2	8,3 ± 2,0	10,0 ± 1,5
Magnésio	Homens 350 mg/dia <sup>2</sup>	14,9 ± 1,2	15,3 ± 1,3	13,1 ± 0,3
	Mulheres 300 mg/dia <sup>2</sup>	17,4 ± 1,4	17,9 ± 1,5	15,3 ± 0,3
Fósforo	550 mg/dia <sup>2</sup>	63,6 ± 0,5	62,6 ± 1,5	53,7 ± 0,7
Ferro	Homens 11 mg/dia <sup>4</sup>	23,4 ± 0,6	20,1 ± 4,2	25,0 ± 0,8
	Mulheres 16mg/dia <sup>4</sup>	16,1 ± 0,4	13,8 ± 2,9	17,2 ± 0,6
Zinco	Homens 9,4 mg/dia <sup>4</sup>	10,3 ± 1,0	9,8 ± 1,1	9,6 ± 1,0
	Mulheres 7,5 mg/dia <sup>4</sup>	12,9 ± 1,2	12,3 ± 1,3	12,0 ± 1,2
Iodo	0,150 mg/dia <sup>2</sup>	23,8 ± 0,2	30,6 ± 0,9	28,3 ± 4,3
Selênio	0,07 mg/dia <sup>2</sup>	130 ± 2	147 ± 10	101 ± 6
	UL (0,3 mg/dia) <sup>5</sup>	30,3 ± 0,4	34,4 ± 2,4	22,9 ± 1,3
Cobre	Homens 1,6 mg/dia <sup>2</sup>	9,5 ± 0,0	7,9 ± 0,3	8,4 ± 2,5
	Mulheres 1,3 mg/dia <sup>2</sup>	11,7 ± 0,0	9,8 ± 0,4	10,4 ± 3,1
Manganês	3 mg/dia <sup>2</sup>	0,40 ± 0,14	0,38 ± 0,04	0,34 ± 0,08
Colesterol	300 mg/dia <sup>6</sup>	-	-	15,0 ± 2,5
	Valor de referência (adultos)	Sardinela		
		Março S1	Março S2	Outubro
Energia	2000 kcal/dia <sup>1</sup>	9,9 ± 0,2	7,0 ± 0,0	12,1 ± 0,8
Proteína	50 g/dia <sup>1</sup>	62,6 ± 0,4	60,1 ± 0,5	59,5 ± 9,2
Gordura	70 g/dia <sup>1</sup>	11,5 ± 0,6	3,2 ± 0,1	19,4 ± 2,9
EPA + DHA	250 mg/dia <sup>2</sup>	840 ± 5	158 ± 2	1213 ± 328
Potássio	3500 mg/dia <sup>2</sup>	16,7 ± 2,3	19,1 ± 1,7	16,9 ± 1,7
Sódio	2000 mg/dia <sup>3</sup>	9,2 ± 0,5	11,7 ± 1,5	11,3 ± 2,6
Magnésio	Homens 350 mg/dia <sup>2</sup>	14,7 ± 0,2	16,8 ± 0,8	15,2 ± 0,4
	Mulheres 300 mg/dia <sup>2</sup>	17,1 ± 0,2	19,6 ± 0,9	17,8 ± 0,5
Fósforo	550 mg/dia <sup>2</sup>	74,1 ± 0,2	74,0 ± 0,6	71,5 ± 2,5
Ferro	Homens 11 mg/dia <sup>4</sup>	33,6 ± 1,2	39,2 ± 0,4	46,4 ± 0,8
	Mulheres 16mg/dia <sup>4</sup>	23,1 ± 0,9	27,0 ± 0,3	31,9 ± 0,5
Zinco	Homens 9,4 mg/dia <sup>4</sup>	9,2 ± 0,2	10,5 ± 0,3	9,8 ± 0,3
	Mulheres 7,5 mg/dia <sup>4</sup>	11,6 ± 0,3	13,1 ± 0,3	12,3 ± 0,4
Iodo	0,150 mg/dia <sup>2</sup>	20,6 ± 0,2	14,8 ± 0,0	17,1 ± 0,9
Selênio	0,07 mg/dia <sup>2</sup>	196 ± 6	140 ± 7	87,2 ± 5,5
	UL (0,3 mg/dia) <sup>5</sup>	45,9 ± 1,3	32,8 ± 1,6	20,4 ± 1,2
Cobre	Homens 1,6 mg/dia <sup>2</sup>	10,9 ± 1,9	9,7 ± 0,9	8,8 ± 0,4
	Mulheres 1,3 mg/dia <sup>2</sup>	13,4 ± 2,4	11,9 ± 1,1	10,8 ± 0,5
Manganês	3 mg/dia <sup>2</sup>	2,0 ± 0,1	2,1 ± 0,4	2,7 ± 0,3
Colesterol	300 mg/dia <sup>6</sup>	-	-	15,0 ± 2,5

1) Doses diárias de referência para adultos (União Europeia, 2011); 2) Ingestão adequada (AI) (EFSA, 2017a); 3) AI (EFSA, 2019); 4) Ingestão de referência para a população (PRI) (EFSA, 2017a); 5) Nível superior de ingestão tolerável (UL) (EFSA, 2006); 6) Valor máximo recomendado (EUFIC, 2015); EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosahexaenóico; -) Não determinado.

**Tabela 3.23. (Continuação) Contribuição nutricional (%) do carapau, sardinela, cavala e corvina em energia, proteína, gordura, EPA+DHA, minerais e colesterol, considerando uma refeição de 150 g.**

	Valor de referência (adultos)	Cavala		Corvina	
		Março	Outubro	Março	Outubro
Energia	2000 kcal/dia <sup>1</sup>	9,7 ± 0,7	11,4 ± 1,5	7,0 ± 0,1	7,4 ± 0,4
Proteína	50 g/dia <sup>1</sup>	67,3 ± 2,6	68,1 ± 2,6	59,1 ± 1,0	60,7 ± 1,4
Gordura	70 g/dia <sup>1</sup>	8,1 ± 2,5	14,7 ± 5,6	3,4 ± 0,4	4,2 ± 1,3
EPA + DHA	250 mg/dia <sup>2</sup>	318 ± 99	725 ± 192	147 ± 12	304 ± 80
Potássio	3500 mg/dia <sup>2</sup>	18,3 ± 0,5	17,8 ± 0,1	18,2 ± 0,5	17,7 ± 0,1
Sódio	2000 mg/dia <sup>3</sup>	10,4 ± 3,9	7,3 ± 0,4	8,9 ± 0,3	7,3 ± 0,1
Magnésio	Homens 350 mg/dia <sup>2</sup>	16,4 ± 0,5	15,1 ± 0,1	12,3 ± 0,3	12,3 ± 0,2
	Mulheres 300 mg/dia <sup>2</sup>	19,2 ± 0,6	17,6 ± 0,1	14,3 ± 0,4	14,3 ± 0,2
Fósforo	550 mg/dia <sup>2</sup>	65,8 ± 2,8	67,2 ± 0,2	55,9 ± 0,4	61,0 ± 3,7
Ferro	Homens 11 mg/dia <sup>4</sup>	11,1 ± 0,2	9,2 ± 0,1	6,4 ± 0,3	5,0 ± 0,4
	Mulheres 16mg/dia <sup>4</sup>	13,8 ± 0,2	11,5 ± 0,1	4,4 ± 0,2	3,4 ± 0,3
Zinco	Homens 9,4 mg/dia <sup>4</sup>	20,9 ± 4,9	23,8 ± 0,2	7,0 ± 0,3	6,0 ± 0,1
	Mulheres 7,5 mg/dia <sup>4</sup>	14,4 ± 3,4	16,4 ± 0,1	8,7 ± 0,4	7,5 ± 0,2
Iodo	0,150 mg/dia <sup>2</sup>	30,3 ± 0,5	25,8 ± 0,8	14,0 ± 0,4	13,7 ± 0,4
Selênio	0,07 mg/dia <sup>2</sup>	216 ± 13	125 ± 5	139 ± 2	86 ± 7
	UL (0,3 mg/dia) <sup>5</sup>	50,4 ± 3	29,1 ± 1,2	32,3 ± 0,5	20,0 ± 1,7
Cobre	Homens 1,6 mg/dia <sup>2</sup>	10,2 ± 1,1	11,3 ± 0,7	2,2 ± 0,1	2,9 ± 0,0
	Mulheres 1,3 mg/dia <sup>2</sup>	12,6 ± 1,4	13,4 ± 0,9	2,7 ± 0,1	3,5 ± 0,0
Manganês	3 mg/dia <sup>2</sup>	0,48 ± 0,04	0,48 ± 0,11	0,25 ± 0,14	0,33 ± 0,04
Colesterol	300 mg/dia <sup>6</sup>	-	15,2 ± 1,9	-	10,6 ± 0,0

1) Doses diárias de referência para adultos (União Europeia, 2011); 2) Ingestão adequada (AI) (EFSA, 2017a); 3) AI (EFSA, 2019); 4) Ingestão de referência para a população (PRI) (EFSA, 2017a); 5) Nível superior de ingestão tolerável (UL) (EFSA, 2006); 6) Valor máximo recomendado (EUFIC, 2015); EPA) Ácido eicosapentaenóico; DHA) Ácido docosaheptaenóico; -) Não determinado.

O risco toxicológico associado, ao consumo das espécies em estudo, foi calculado através da determinação da percentagem de aproximação ao limite de ingestão semanal tolerável provisória (PTWI), para o metilmercúrio e para o cádmio. Para simular o pior dos cenários considerou-se nesta análise que todo o mercúrio se encontrava na forma de metilmercúrio. Este cálculo não foi efetuado para o chumbo uma vez que não existe um valor de PTWI fixado para este elemento. Este cálculo não foi igualmente efetuado para o arsénio, uma vez que não existe um valor de PTWI fixado para o arsénio orgânico, que se sabe ser a forma maioritária do arsénio no pescado (Ruttens et al., 2012). Foi ainda calculado o número máximo de refeições semanais que poderão ser efetuadas, sem que o valor de PTWI seja excedido. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 3.24.

**Tabela 3.24. Percentagem do limite de PTWI do metilmercúrio e do cádmio atingida pelo consumo de uma refeição e número máximo possível de refeições semanais das diversas espécies em estudo**

Espécie/Tecido	Época	Mercúrio		Cádmio	
		%PTWI	Número de refeições	%PTWI	Número de refeições
Carapau	C1 (março)	6,20 ± 0,66	16	0,75 ± 0,11	135
	C2 (março)	2,55 ± 0,08	39	-	-
	Outubro	9,75 ± 1,00	10	-	-
Sardinela	S1 (março)	4,80 ± 0,10	21	0,49 ± 0,00	204
	S2 (março)	1,41 ± 0,08	71	0,38 ± 0,00	263
	Outubro	3,84 ± 0,33	26	-	-
Cavala	Março	5,96 ± 0,17	17	-	-
	Outubro	7,97 ± 1,03	13	-	-
Corvina	Março	22,35 ± 1,69	4	-	-
	Outubro	34,78 ± 5,25	3	-	-
Caranguejo Músculo	Março	17,39 ± 0,89	6	0,43 ± 0,10	240
	Outubro	17,02 ± 0,67	6	0,40 ± 0,06	254
Caranguejo Hepatopâncreas	Outubro	8,30 ± 3,16	13	0,67 ± 0,05	150

PTWI) Ingestão semanal tolerável provisória. PTWI para o metilmercúrio: 1,3 µg/kg de peso corporal/semana (EFSA, 2015); PTWI para o cádmio: 2,5 µg/kg de peso corporal/semana (EFSA, 2011)

Para as espécies pelágicas (carapau, sardinela e cavala) o consumo de uma refeição representou sempre uma exposição ao metilmercúrio inferior a 10% do PTWI. Deste modo, para estas espécies o número máximo de refeição semanais que poderão ser efetuadas sem que o PTWI seja excedido é relativamente elevado (entre 10 e 71), podendo, por isso, o risco de exposição a níveis elevados de metilmercúrio através do consumo destas espécies ser considerado baixo. O mesmo se pode aplicar ao consumo de uma refeição de hepatopâncreas. No caso do músculo do caranguejo e da corvina, a percentagem do valor de PTWI que se atinge pela ingestão de uma refeição já é mais elevada (cerca de 15% para o caranguejo e entre 22,35% e 34,78% para a corvina). Assim, o número de refeições semanais que poderão ser efetuadas sem que o PTWI seja excedido já é relativamente mais baixo (6 para o caranguejo e 3 ou 4 no caso da corvina).

O metilmercúrio interfere com o normal desenvolvimento do cérebro e sistema nervoso, pelo que a exposição durante a gravidez, aumenta o risco de comprometimento do normal desenvolvimento cerebral, que pode traduzir-se na redução de capacidades cognitivas (FAO/WHO, 2011). De um modo geral, o risco de exposição a níveis elevados de metilmercúrio através do consumo das espécies analisadas foi baixo. Acresce ainda que estas espécies apresentaram níveis elevados em EPA e DHA e em selénio, nutrientes que podem, de alguma forma, mitigar os efeitos negativos do metilmercúrio (FAO/WHO, 2011; Marmelo et al., 2020).

Os teores em cádmio das várias espécies estudadas foram sempre muito baixos, pelo que o risco de exposição a níveis elevados deste metal associado ao consumo de qualquer uma delas é muito baixo. Mesmo no caso do hepatopâncreas, tecido que tem sido associado a uma maior contaminação com cádmio noutras espécies de caranguejos (Ariano et al., 2015; Barrento et al., 2009b; Marques et al., 2010; Maulvault et al., 2012; Wiech et al., 2018), o número de refeições semanais que poderão ser ingeridas sem que o valor de PTWI seja ultrapassado (150 refeições) é demasiado elevado, traduzindo-se assim num risco muito baixo.



#### **4. Conclusão e Perspetivas Futuras**

Nesta dissertação efetuou-se a análise da composição química de quatro espécies de peixe (*Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus* e *Atractoscion aequidens*) e de um crustáceo (*Chaceon maritae*) capturados ao largo da província do Namibe, no Sul de Angola. Apesar do elevado interesse sócio-económico destas espécies e do seu amplo consumo, são muito escassos ou mesmo inexistentes os estudos sobre o seu valor nutricional e risco toxicológico.

O trabalho efetuado permitiu verificar, especialmente no caso do teor e composição da gordura, a existência de variações sazonais, variações relacionadas com o tamanho dos peixes e variações na composição entre os diversos tecidos edíveis do *C. maritae*. De um modo geral, pode concluir-se que o teor em gordura é mais elevado nos peixes maiores e tende a ser mais elevado em outubro do que em março. Em relação ao teor em gordura, a *Atractoscion aequidens* pode ser classificada como uma espécie magra, a *Scomber japonicus* como uma espécie de baixo ou médio teor em gordura, enquanto que as espécies *Trachurus trecae* e *Sardinella aurita* podem ser classificados, no caso dos peixes mais pequenos, como espécies magras e, no caso dos peixes maiores, como espécies com médio teor em gordura (março) ou como espécies gordas (outubro). A composição da gordura de *Scomber japonicus*, *Atractoscion aequidens* e *Chaceon maritae* também se mostrou dependente da época de captura, com a gordura a ser mais rica em PUFA em outubro, no caso dos peixes, e mais rica em PUFA em março, no caso do caranguejo.

O trabalho realizado permitiu identificar diversos benefícios nutricionais associados ao consumo das espécies estudadas. Assim, independentemente das variações identificadas entre épocas, tamanhos ou tecidos todas as espécies provaram ser uma boa fonte de proteína e de aminoácidos essenciais. A fração lipídica de todas as espécies apresentou elevado valor nutricional, contribuindo de forma muito significativa para o aporte de EPA e DHA. Todas as espécies estudadas apresentaram uma baixa contribuição para a ingestão diária de colesterol. Em relação aos minerais, destaca-se a contribuição importante que todas as espécies podem dar para o aporte de fósforo e selénio, bem como, de iodo (*Chaceon maritae*, *Scomber japonicus*, *Trachurus trecae* e *Sardinella aurita*), zinco (*Chaceon maritae* e *Scomber japonicus*) e ferro (*Trachurus trecae* e *Sardinella aurita*).

Os metais tóxicos mercúrio, cádmio e chumbo, quando detetados encontraram-se sempre muito abaixo dos limites legislados pela União Europeia. Atendendo aos valores de PTWI estabelecidos para o mercúrio e para o cádmio foi possível verificar que o risco associado ao consumo destas espécies é baixo. A *Atractoscion aequidens* foi a espécie que apresentou níveis de contaminação com mercúrio mais elevados, mas, mesmo assim, nas condições simuladas, o PTWI só seria excedido com um consumo superior a três refeições semanais.

Os resultados obtidos permitem concluir que as espécies estudadas constituem alimentos nutritivos e, em termos de contaminação com metais pesados, seguros para os consumidores.

A caracterização das espécies *Trachurus trecae*, *Sardinella aurita*, *Scomber japonicus*, *Atractoscion aequidens* e *Chaceon maritae* capturadas ao largo do Namibe, reveste-se de uma elevada importância para o acervo científico das espécies capturadas em Angola, mais especificamente no Namibe, devido à escassez de dados publicados quer sobre a sua qualidade nutricional, quer sobre o seu nível de contaminação. Assim sendo, este estudo abre as portas para futuras pesquisas relacionadas não só com as espécies aqui reportadas, como também com as demais espécies capturadas e consumidas pela população Angolana, nomeadamente no que se relaciona com o seu valor nutricional e nível de contaminação em diferentes épocas do ano. Seria bastante interessante alargar o âmbito do estudo de modo a incluir também a determinação do teor em vitaminas, particularmente das vitaminas A, D e E. Em relação aos contaminantes, seria de todo interesse proceder à especiação do arsénio, de forma a conseguir comprovar a ausência de níveis elevados de arsénio inorgânico, bem como proceder à pesquisa de outros contaminantes, nomeadamente contaminantes orgânicos persistentes e contaminantes emergentes.

## 5. Referências Bibliográficas

- Ackman, R. (1990). Seafood lipids and fatty acids. *Food Reviews International*, 6(4), 617–646.
- Adams, M.R., & Moss, M.O. (1997). *Microbiologia de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, Espanha, ISBN 978-84-200-0830-1, 464p.
- Afandi, I., Talba, S., Benhra, A., Benbrahim, S., Chfiri, R., Labonne, M., Masski, H., Lae, R., De Morais, L.T., Bekkali, M., & Bouthir, F.Z. (2018). Trace metal distribution in pelagic fish species from the north-west African coast (Morocco). *International Aquatic Research*, 10(2), 191-205.
- Afonso, C., Lourenço, H.M., Cardoso, C., Bandarra, N.M., Carvalho, M.L., Castro, M., & Nunes, M.L. (2013). From fish chemical characterisation to the benefit-risk assessment–Part A. *Food chemistry*, 137(1-4), 99-107.
- Afonso, C., Lourenço, H.M., Pereira, C., Martins, M.F., Carvalho, M.L., Castro, M., & Nunes, M.L. (2008). Total and organic mercury, selenium and  $\alpha$ -tocopherol in some deep-water fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(14), 2543-2550.
- Agência Angola Press (2020). Mapa de Angola. Disponível em [https://m.portalangop.co.ao/angola/pt\\_pt/portal/informacoes/angola/sobre-angola/2013/8/36/Pais,63104f71-04ae-4ab4-a28c-e301bde8afe0.html](https://m.portalangop.co.ao/angola/pt_pt/portal/informacoes/angola/sobre-angola/2013/8/36/Pais,63104f71-04ae-4ab4-a28c-e301bde8afe0.html), acedido em março de 2020.
- Akbora, H.D., Kunter, İ., Erçetin, T., Elagöz, A.M., & Çiçek, B.A. (2020). Determination of tetrodotoxin (TTX) levels in various tissues of the silver cheeked puffer fish (*Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789)) in Northern Cyprus Sea (Eastern Mediterranean). *Toxicon*, 175, 1-6.
- Almeida, M.D.V., & Afonso, C.I.P.N. (1997). *Princípios Básicos de Alimentação e Nutrição*. Universidade de Aberta, Lisboa, Portugal, ISBN: 9789726742159, 267p.
- Amlund, H., Francesconi, K.A., Bethune, C., Lundebye, A.K., & Berntssen, M.H. (2006). Accumulation and elimination of dietary arsenobetaine in two species of fish, Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 25(7), 1787-1794.
- Anacleto, P., Maulvault, A.L., Bandarra, N.M., Repolho, T., Nunes, M. L., Rosa, R., & Marques, A. (2014). Effect of warming on protein, glycogen and fatty acid content of native and invasive clams. *Food research international*, 64, 439-445.

- Anthony, J.A., Roby, D. D., & Turco, K.R. (2000). Lipid content and energy density of forage fishes from the northern Gulf of Alaska. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 248(1), 53-78.
- AOAC (1998). Method: AOAC 992.15:Crude protein in meat and meat products including pet foods. Combustion method. Official Methods of Analysis of AOAC International, (16th ed, 4th rev), Association of Official Analytical Chemists International: Gaithersburg, MD, EUA, CDROM. ISSN 1080-0344.
- AquaMaps (2019 preliminary version). Standardized distribution maps for over 33,500 species of fishes, marine mammals and invertebrates. Disponível em [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version 10/2019 preliminary version, acessado em fevereiro de 2020.
- Ariano, A., Lo Voi, A., D'ambola, M., Marrone, R., Cacace, D., & Severino, L. (2015). Levels of Cadmium in White and Brown Meat of Warty Crab (*Eriphia verrucosa*). *Journal of food protection*, 78(12), 2253-2256.
- Bae, J.H., Yoon, S.H., & Lim, S.Y. (2011). Heavy metal contents and chemical compositions of Atlantic (*Scomber scombrus*), Blue (*Scomber australasicus*), and Chub (*Scomber japonicus*) Mackerel muscles. *Food Science and Biotechnology*, 20(3), 709-714.
- Bae, J.H., & Lim, S.Y. (2012). Effect of season on heavy metal contents and chemical compositions of chub mackerel (*Scomber japonicus*) muscle. *Journal of food science*, 77(2), T52-T57.
- Baião, N.F. (2015). Crescimento, ecologia alimentar e reprodução de *Trachurus trecae* (Cadenat, 1949), na costa sul de Angola-Namibe. Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 107p.
- Baldé, B.S., Sow, F.N., Ba, K., Ekau, W., Brehmer, P., Kantoussan, J., Massal, F., & Diouf, M. (2019). Variability of key biological parameters of round sardinella *Sardinella aurita* and the effects of environmental changes. *Journal of fish biology*, 94(3), 391-401.
- Bailey, R.L., West Jr, K.P., & Black, R.E. (2015). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 66(Suppl. 2), 22-33.
- Baird, D. (1977). Age, Growth and Aspects of Reproduction of the Mackerel *Scomber japonicus* in South African Waters (Pisces: Scombridae). *Zoologica Africana*, 12(2,) 347-362.
- Bandarra, N.M., Batista, I., & Nunes, M.L. (2009). Chemical composition and nutritional value of raw and cooked black scabbardfish (*Aphanopus carbo*). *Scientia Marina*, 73(S2), 105-113.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., & Empis, J.M. (2001). Seasonal variation in the chemical composition of horse-mackerel (*Trachurus trachurus*). *European Food Research and Technology*, 212(5), 535-539.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M., & Christie, W.W. (1997). Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of food science*, 62(1), 40-42.
- Barbalho, S.M., Bechara, M.D., Quesada, K R., & Goulart, R.A. (2011). Papel pel dos ácidos graxos ômega 3 na resolução dos processos inflamatórios. *Medicina*, 44(3), 224-230.

- Barrento, S., Marques, A., Teixeira, B., Anacleto, P., Carvalho, M.L., Vaz-Pires, P., & Nunes, M.L. (2009a). Macro and trace elements in two populations of brown crab *Cancer pagurus*: ecological and human health implications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(1), 65-71.
- Barrento, S., Marques, A., Teixeira, B., Carvalho, M.L., Vaz-Pires, P., & Nunes, M.L. (2009b). Accumulation of elements (S, As, Br, Sr, Cd, Hg, Pb) in two populations of *Cancer pagurus*: ecological implications to human consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 47(1), 150-156.
- Barrento, S., Marques, A., Teixeira, B., Mendes, R., Bandarra, N., Vaz-Pires, P., & Nunes, M.L. (2010). Chemical composition, cholesterol, fatty acid and amino acid in two populations of brown crab *Cancer pagurus*: Ecological and human health implications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 716–725.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Quarta Edição. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha, ISBN 978-3-540-69933-0, 1070p.
- Ben-Aicha, S., Badimon, L., & Vilahur, G. (2020). Advances in HDL: Much More than Lipid Transporters. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 732.
- Bhutta, Z. (2007). Childhood iron and zinc deficiency in resource poor countries. *Bmj*, 334(7585), 104-105.
- Bianchi, G. (1986). Fichas FAO para identificação de espécies para propósitos comerciais. Guia de campo para as espécies comerciais marinhas e de águas salobras de Angola. Preparado com o apoio da NORAD e da FAO (FIRM) Programa Regular. FAO, Roma, Itália, 184p.
- Bode, M., Kreiner, A., van der Plas, A.K., Louw, D.C., Horaeb, R., Auel, H., & Hagen, W. (2014). Spatio-temporal variability of copepod abundance along the 20 S monitoring transect in the northern Benguela upwelling system from 2005 to 2011. *Plos one*, 9(5), e97738.
- Bonacina, M., & Queiroz, M.I. (2007). Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). *Food Science and Technology*, 27(3), 544-552.
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *British journal of nutrition*, 108, S183–S211.
- Brosnan, J.T., & Brosnan, M.E. (2013). Glutamate: a truly functional amino acid. *Amino acids*, 45(3), 413-418.
- Butt, A.A., Aldridge, K.E., & Sanders, C.V. (2004). Infections related to the ingestion of seafood Part I: viral and bacterial infections. *The Lancet infectious diseases*, 4(4), 201-212.
- Cahu, C., Salen, P., & De Lorgeril, M. (2004). Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14(1), 34-41.
- Calder, P.C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1851(4), 469-484.

- Calder, P.C. (2016). Docosaheptaenoic acid. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 69(Suppl. 1), 8-21.
- Çelik, M. (2008). Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *International journal of food science & technology*, 43(5), 933-938.
- Çelik, M., Diler, A., & Küçükgülmez, A. (2005). A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. *Food chemistry*, 92(4), 637-641.
- Chaguaceda, F., Eklöv, P., & Scharnweber, K. (2020). Regulation of fatty acid composition related to ontogenetic changes and niche differentiation of a common aquatic consumer. *Oecologia*, 193, 325–336.
- Chaguri, M.P., Maulvault, A.L., Nunes, M.L., Santiago, D.A., Denadai, J.C., Fogaça, F.H., Sant’Ana, L.S., Ducatti, C., Bandarra, N., Carvalho, M.L., & Marques, A. (2015). Different tools to trace geographic origin and seasonality of croaker (*Micropogonias furnieri*). *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 194-200.
- Chahid, A., Hilali, M., Benlhachimi, A., & Bouzid, T. (2014). Contents of cadmium, mercury and lead in fish from the Atlantic sea (Morocco) determined by atomic absorption spectrometry. *Food chemistry*, 147, 357-360.
- Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5695.
- Cohen, Z., Vonshak, A., & Richmond, A. (1988). Effect of environmental conditions on fatty acid composition of the red algae *Porphyridium cruentum*: Correlation to growth rate. *Journal of Phycology*, 24, 328-332.
- Collette, B.B., & Nauen, C.E. (1983). *FAO Species Catalogue Vol2: Scombrids of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Tunas, Mackerels, Bonitos and Related Species Known to Date*. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Volume 2, Roma, Itália, ISBN 92-5-101381-0, 137p.
- Comissão Europeia (2006). Regulamento 1831/2003 de 18 de Setembro de 2003 que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 364, 5-24.
- Comissão Europeia (2011b). Subject: Consumption of Brown Crab Meat. Information Note from Health and Consumers. Directorate-General; Comissão Europeia: Bruxelas, Bélgica, 2p.
- Cuculescu, M., Hyde, D., & Bowler, K. (1995). Temperature acclimation of marine crabs: changes in plasma membrane fluidity and lipid composition. *Journal of Thermal Biology*, 20, 207–222.
- Cunha, S.C., Trabalón, L., Jacobs, S., Castro, M., Fernandez-Tejedor, M., Granby, K., Verbeke, W., Kwadijk, C., Ferrari, F., Robbens, J., Sioen, I., Pocurull, E., Marques, A., Fernandes, J.O., & Domingo, J.L. (2018). UV-filters and musk fragrances in seafood commercialized in Europe Union: Occurrence, risk and exposure assessment. *Environmental research*, 161, 399-408.

- Daguer, H., Hoff, R.B., Molognoni, L., Kleemann, C.R., & Felizardo, L.V. (2018). Outbreaks, toxicology, and analytical methods of marine toxins in seafood. *Current Opinion in Food Science*, 24, 43-55.
- Doğan, G., & Ertan, Ö.O. (2017). Determination of amino acid and fatty acid composition of goldband goatfish [*Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)] fishing from the Gulf of Antalya (Turkey). *International Aquatic Research*, 9(4), 313-327.
- Dombaxe, M.A.D., Scott, P.C., & Aguilar-Manjarrez, J. (2015). Angola e o desafio de uma aquicultura moderna. *Panorama da Aquicultura*, setembro-outubro 2015, 30-34.
- Domingos, S.S., Athiê, A.A.R., & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2008). Diet of *Chaceon ramosae* (Decapoda, Brachyura) on the southern brazilian exclusive economic zone. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(1), 59-63.
- Dunstan, G.A., Sinclair, A.J., O'Dea, K., & Naughton, J.M. (1988). The lipid content and fatty acid composition of various marine species from southern Australian coastal waters. *Comparative Biochemistry and Physiology--Part B: Biochemistry and*, 91(1), 165-169.
- Durmuş, M. (2019). Evaluation of nutritional and mineral-heavy metal contents of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Middle Black Sea in terms of human health. *Biological Trace Element Research*, 190(1), 208-216.
- EFSA (2006). Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals-Scientific Committee on Food/Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition, Allergies; EFSA, Bruxelas, Bélgica, ISBN: 92-9199-014-0, 480p.
- EFSA (2009). Scientific Opinion on Arsenic in Food. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA Journal*, 7(10), 1351, 199p.
- EFSA (2010a). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 8(3), 1461, 107p.
- EFSA (2010b). Scientific Opinion on principles for deriving and applying Dietary Reference Values. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 8(3), 1458, 30p.
- EFSA (2011). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal*, 9(2), 1975, 19p.
- EFSA (2012). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 10(7), 2813, 45p.
- EFSA (2013a). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for manganese. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 11(11), 3419, 44p.
- EFSA (2013b). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin C. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 11(11), 3418, 68p.
- EFSA (2014a). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for zinc. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal*, 12(10), 3844, 76p.

EFSA (2014b). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(5), 3660, 57p.

EFSA (2014c). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for selenium. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(10), 3846, 67p.

EFSA (2014d). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(10), 3845, 25p.

EFSA (2014e). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for niacin. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(7), 3759, 42p.

EFSA (2014f). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for biotin. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(2), 3580, 24p.

EFSA (2014g). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for pantothenic acid. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(2), 3581, 25p.

EFSA (2014h). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for folate. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 12(11), 3893, 59p.

EFSA (2014i). Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal, 12(3), 3597, 68p.

EFSA (2015a). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(5), 4101, 82p.

EFSA (2015b). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(7), 4185, 54p.

EFSA (2015c). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(7), 4186, 63p.

EFSA (2015d). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(10), 4254, 115p.

EFSA (2015e). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for copper. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, (10), 4253, 51p.

EFSA (2015f). Scientific opinion on Dietary Reference Values for vitamin A. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(3), 4028, 8p.

EFSA (2015g). Scientific opinion on Dietary Reference Values for vitamin E as  $\alpha$ -tocopherol. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(7), 4149, 72p.

EFSA (2015h). Scientific opinion on Dietary Reference Values for cobalamin (vitamin B12). EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 13(7), 4150, 64p.

EFSA (2015i). Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood. EFSA Journal, 13(1), 3982, 36p.



- EFSA (2016a). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for potassium. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 14(10), 4592, 56p.
- EFSA (2016b). Scientific opinion on Dietary Reference Values for vitamin D. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 14(10), 4547, 145p.
- EFSA (2016c). Scientific opinion on Dietary Reference Values for thiamin. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 14(12), 4653, 53p.
- EFSA (2016d). Scientific opinion on Dietary Reference Values for vitamin B6. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 14(6), 4485, 79p.
- EFSA (2017a). Overview on Dietary Reference Values for the EU Population as Derived by the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Summary of Dietary Reference Values-Version 4. September. Disponível em [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV\\_Summary\\_tables\\_jan\\_17.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV_Summary_tables_jan_17.pdf), acedido em Março de 2019.
- EFSA (2017b). Scientific opinion on Dietary Reference Values for vitamin K. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 15(5), 4780, 78p.
- EFSA (2017c). Scientific opinion on Dietary Reference Values for riboflavin. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 15(8), 4919, 65p.
- EFSA (2019). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for sodium, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). EFSA Journal, 17(9), 5778, 191p.
- Elbashir, S., Parveen, S., Schwarz, J., Rippen, T., Jahncke, M., & DePaola, A. (2018). Seafood pathogens and information on antimicrobial resistance: A review. Food microbiology, 70, 85-93.
- Elvevoll, E.O., Eilertsen, K.E., Brox, J., Dragnes, B.T., Falkenberg, P., Olsen, J.O., Kirkhus, B., Lamglait, A. & Østerud, B. (2008). Seafood diets: hypolipidemic and antiatherogenic effects of taurine and n-3 fatty acids. Atherosclerosis, 200(2), 396-402.
- EN 15763:2009 (2009). Foodstuffs— Determination of trace elements— Determination of arsenic, cadmium, mercury and lead in foodstuffs by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS) after pressure digestion. European Committee for Standardization, Bruxelas, Bélgica, 1-22.
- Endo, J., & Arita, M. (2016). Cardioprotective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids. Journal of Cardiology, 67, 22-27.
- EPA (2007). Test Method 7473: Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation and Atomic Absorption Spectrometry; SW-846; Environment Protection Agency: Washington, DC, EUA, 1-17.
- ES EN 15111:2007 (2007). Foodstuffs. Determination of trace elements. Determination of iodine by ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). European Committee for Standardization: Bruxelas, Bélgica, 1-16.

EUFI (2015). The European Food Information Council Facts on Fats: Dietary Fats and Health. Disponível em <http://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/facts-on-fats-dietary-fats-and-health>, acessado em março de 2019.

FAO (2001). The Composition of Fish. By Murray, J., Burt, J.R. Torry Research Station. Torry Advisory Note nº 38. Disponível em <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm>, acessado em janeiro de 2017.

FAO (2003). Food energy – methods of analysis and conversion factors. FAO Food and Nutrition paper 77. FAO, Roma, Itália, ISSN 0254-4725, 87p.

FAO (2011a). Fishery and Aquaculture Country Profiles: The Republic of Angola. Part II Narrative. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2011b). Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper 569. Marine and Inland Fisheries Service. Fisheries and Aquaculture Resources Use and Conservation Division. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Roma, Itália, ISBN 978-92-5-107023-9, 334p.

FAO (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an Joint FAO Expert Consultation; FAO food and nutrition paper nº 92. FAO, Roma, Itália, ISBN 978-92-5-107417-6, 66p.

FAO (2017). O estado da biodiversidade para a alimentação e agricultura em Angola. Relatório preparado pelas autoridades nacionais como uma contribuição para a publicação da FAO. Disponível em <http://www.fao.org/3/ca5272pt/ca5272pt.pdf>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2018a). Fishery and Aquaculture Country Profiles: The Republic of Angola. Part I Overview and main indicators. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2018b) FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2016/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2016/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2016. Roma, Itália, ISBN 978-92-5-130636-9, 104pp.

FAO (2019). FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2017/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2017. Roma, Itália, ISBN 978-92-5-131669-6, 80p.

FAO (2020a). Lista das espécies (código FAO, nome científico e nome comum). Disponível em [https://www.marinha.pt/Conteudos\\_Externos/lexmar/PGPAT%20100/PGPAT%201000%20-%20Cap%C3%ADtulos/Cap%C3%ADtulo%20B%20Pesca/Sub-cap%C3%ADtulo%20B.1/B.1.3/lista\\_fao\\_especies.pdf](https://www.marinha.pt/Conteudos_Externos/lexmar/PGPAT%20100/PGPAT%201000%20-%20Cap%C3%ADtulos/Cap%C3%ADtulo%20B%20Pesca/Sub-cap%C3%ADtulo%20B.1/B.1.3/lista_fao_especies.pdf), acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2020b). Species Fact Sheets: *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) FAO Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/species/2088/en>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2020c). Species Fact Sheets: *Trachurus trecae* (Cadenat, 1949). FAO Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/species/3106/en>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO (2020d). Species Fact Sheets: *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782). FAO Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em <http://www.fao.org/fishery/species/3277/en>, acessado em fevereiro de 2020.

FAO/WHO (2011). Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization, Geneva, Suíça, ISBN (FAO) 978-92-5-106999-8, 50 p.

FAO/WHO [Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization]. (2013). Public Health Risks of Histamine and other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products. Meeting report, 23-27 Junho 2012, FAO Headquarters, Roma, Itália, ISBN 978-92-5-107849-5, 126p.

Ference, B.A., Graham, I., Tokgozoglu, L., & Catapano, A.L. (2018). Impact of lipids on cardiovascular health: JACC health promotion series. Journal of the American College of Cardiology, 72(10), 1141-1156.

Fischer, W., Bianchi, G., & Scott, W.B. (edt.) (1981). FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic, fishing áreas 34, 47 (in part), vol 7. Department of Fisheries and Oceans, Canada, by arrangement with Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ottawa, Canadá, 304p.

Frury, C.D. & Johnson, R.K. (2008). Energy. In Mahan, L.K, Escott-Stump, S. (Edt.) Krause's food & nutrition therapy. 12ª Edição. Saunders, Filadélfia, EUA, ISBN: 978-0-8089-2378-7, 22-38.

Gallagher, M.L. (2008). The nutrients and their metabolism. In Mahan, L.K, Escott-Stump, S. (Edt.) Krause's food & nutrition therapy. 12ª Edição. Saunders, Filadélfia, EUA, ISBN 978-0-8089-2378-7, 39-143.

Gašpić, Z.K., Zvonarić, T., Vrgoč, N., Odžak, N., & Barić, A. (2002). Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea. Water Research, 36(20), 5023-5028.

GEPMIP (Gabinete de Estudo, Planeamento e Estatística, Ministério das Pescas de Angola) (2018). Luanda, Angola. Comunicação pessoal.

Gimpl, G. (2010). Cholesterol-protein interaction: methods and cholesterol reporter molecules. In Harris, J.R. (Edt.), Cholesterol Binding and Cholesterol Transport Proteins, Springer, Dordrecht, Holanda, ISBN 978-90-481-8621-1, 1-45.

Governo da Província do Namibe (2013). Plano de Desenvolvimento Económico e Social da Província do Namibe para o Período 2013-2017. Disponível em <http://sipangola.org/wp-content/uploads/2017/06/Plano-de-Desenvolvimento-Provincial-do-Namibe-2013-2017.pdf>, acessado em março de 2019.

- Griffiths, M.H. (1988). Aspects of the biology and population dynamics of the geelbek *Atractoscion aequidens* (Cuvier) (Pisces: Sciaenidae) off the South African coast. Rhodes University, Grahamstown, África do Sul, 146p.
- Gupta, S., Brazier, A.K.M., & Lowe, N.M. (2020). Zinc deficiency in low-and middle-income countries: prevalence and approaches for mitigation. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 33(5), 624-643.
- Han, F., Huang, X., & Mahunu, G.K. (2017). Exploratory review on safety of edible raw fish per the hazard factors and their detection methods. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 37-48.
- He, J., Xuan, F., Shi, H., Xie, J., Wang, W., Wang, G., & Xu, W. (2017). Comparison of nutritional quality of three edible tissues of the wild-caught and pond-reared swimming crab (*Portunus trituberculatus*) females. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 624–630.
- Henriques, R., Potts, W.M., Santos, C.V., Sauer, W.H., & Shaw, P.W. (2014). Population connectivity and phylogeography of a coastal fish, *Atractoscion aequidens* (Sciaenidae), across the Benguela current region: evidence of an ancient vicariant event. *PloS one*, 9(2), 1-11.
- Henriques, R., Potts, W.M., Sauer, W.H., Santos, C.V., Kruger, J., Thomas, J.A., & Shaw, P.W. (2016). Molecular genetic, life history and morphological variation in a coastal warm temperate sciaenid fish: evidence for an upwelling driven speciation event. *Journal of Biogeography*, 43(9), 1820-1831.
- Hernández, J.J.C., & Ortega, A.T.S. (2000). Synopsis of biological data on the chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782). FAO Fisheries Synopsis No. 157, Roma, Itália, ISBN 92-5-1 04404-X, 77p.
- Hernández-Martínez, M., Gallardo-Velázquez, T., Osorio-Revilla, G., Castañeda-Pérez, E., & Uribe-Hernández, K. (2016). Characterization of Mexican fishes according to fatty acid profile and fat nutritional indices. *International journal of food properties*, 19(6), 1401-1412.
- Haug, A., Graham, R.D., Christophersen, O.A., & Lyons, G.H. (2007). How to use the world's scarce selenium resources efficiently to increase the selenium concentration in food. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 19(4), 209-228.
- Huntley, B.J. (2019). Angola in Outline: Physiography, Climate and Patterns of Biodiversity. In: Huntley B.J., Russo, V., Lages, F., Ferrand, N. (Edts) *Biodiversity of Angola Science & Conservation: A Modern Synthesis*. Springer Nature, Cham, Suíça, ISBN 978-3-030-03083-4, 15-42.
- Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries technical paper No. 348 Roma, Itália, ISBN 92-5-203507-9, 198p.
- Huss, H.H. (1997). Garantia da qualidade dos produtos da pesca. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No. 334. Roma, Itália, ISBN 92-5-903446-9, 176p.
- Huynh, M.D., Kitts, D.D., Hu, C., & Trites, A.W. (2007). Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146(4), 504-511.

IARC (2020). Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–125. Disponível em <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>, acessado em Março de 2020.

Innes, J.K., & Calder, P.C. (2018). Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 132, 41-48.

Innes, J.K., & Calder, P.C. (2020). Marine Omega-3 (N-3) Fatty Acids for Cardiovascular Health: An Update for 2020. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 1362.

Instituto Nacional de Estatística de Angola. (2016). Resultados definitivos do Recenseamento Geral da População e da Habitação de Angola 2014. Disponível em [http://www.ineaangola.org/AngolaCensus2014\\_ResultadosDefinitivos\\_Mar2016.pdf](http://www.ineaangola.org/AngolaCensus2014_ResultadosDefinitivos_Mar2016.pdf), acessado em março de 2019.

INSA (2020). Tabela da composição dos alimentos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Disponível em: <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/Paginas/TabelaAlimentos.aspx>, acessado em janeiro de 2020.

Instituto de Investigação Pesqueira (2000) National Report of Angola. In Gabon. K.L., Cochrane e Tandstad, M. (Eds) Report of the Workshop on the Small Pelagic Resources of Angola, Congo, and Gabon. FAO Fisheries Report n18, FIRM/SAFR/R618, FAO, Roma, ISSN 0429-9337, 8-18.

IPMA (2020a). Composição química e nutricional de alguns produtos da pesca mais consumidos em Portugal. Disponível em [https://www.ipma.pt/resources.www/docs/publicacoes.site/pescado/site/introducao/introd\\_all.htm](https://www.ipma.pt/resources.www/docs/publicacoes.site/pescado/site/introducao/introd_all.htm), acessado em janeiro de 2020.

IPMA (2020b) Ácidos gordos. Disponível em <https://www.ipma.pt/resources.www/docs/publicacoes.site/pescado/site/introducao/acgordos.htm>, acessado em janeiro de 2020.

IPQ (2009a). NP 2282 – Produtos da pesca e da aquicultura: Determinação da humidade; Processo de referência Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal, 7p.

IPQ (2009b). NP 2032 – Produtos da pesca e da aquicultura: Determinação do teor de cinza total. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal, 7p.

IPQ (2009c). NP1972 – Produtos da pesca e da aquicultura; Determinação do teor de matéria gorda livre. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal, 7p.

ISO (1996). ISO 13730:1996. Meat and meat products - Determination of total phosphorus content - Spectrometric method. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 1996; pp. 1–6.

Iverson, S.J., Frost, K.J., & Lang, S.L. (2002). Fat content and fatty acid composition of forage fish and invertebrates in Prince William Sound, Alaska: factors contributing to among and within species variability. *Marine Ecology Progress Series*, 241, 161-181.

Iwasaki, M., & Harada, R. (1985). Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. *Journal of Food Science*, 50(6), 1585-1587.

- Jeckel, W.H., Roth, R.R., & Ricci, L. (1996). Patterns of trace-metal distribution in tissues of *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Decapoda: Solenoceridae). *Marine Biology*, 125(2), 297-306.
- Jiarpinijnun, A., Benjakul, S., Pornphatdetaudom, A., Shibata, J., Okazaki, E., & Osako, K. (2017). High Arachidonic Acid Levels in the Tissues of Herbivorous Fish Species (*Siganus fuscescens*, *Calotomus japonicus* and *Kyphosus bigibbus*). *Lipids*, 52(4), 363-373.
- Joiris, C.R., & Holsbeek, L. (1999). Total and methylmercury in sardines *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* from Tunisia. *Marine Pollution Bulletin*, 38(3), 188-192.
- Jorhem, L. (2000). Determination of metals in food by atomic absorption spectrometry after dry ashing: NMKL Collaborative study. *Journal Association of Official Analytical Chemists International*, 83(5), 1204-1211.
- Julshamn, K., Valdersnes, S., Duinker, A., Nedreaas, K., Sundet, J.H., & Maage, A. (2015). Heavy metals and POPs in red king crab from the Barents Sea. *Food chemistry*, 167, 409-417.
- Kirkman, S.P., & Nsingi, K.K. (2019). Marine Biodiversity of Angola: Biogeography and Conservation. In: Huntley B.J., Russo, V., Lages, F., Ferrand, N. (Edts) *Biodiversity of Angola Science & Conservation: A Modern Synthesis*. Springer Nature, Cham, Suíça, ISBN 978-3-030-03083-4, 43-52.
- Kitts, D.D., Huynh, M.D., Hu, C., & Trites, A.W. (2004). Season variation in nutrient composition of Alaskan walleye pollock. *Canadian Journal of Zoology*, 82(9), 1408-1415.
- Kocatepe, D., & Turan, H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the Sinop region of the Black Sea. *Lipids*, 47(6), 635-641.
- Kořakowska, A., & Sikorski, Z.E., (2003). The role of lipids in food quality. In: Z.E. Sikorski, A. Kořakowska (Eds), *Chemical and functional properties of food lipids*, CRC Press, Florida, EUA, ISBN 1-58716-105-2, 1-8.
- Korsbrekke, K., Olsen, M., Sangolay, B.B., Amaro, A., Velho, F.V., & Fidel, Q. (2012). Pesquisa dos recursos pelágicos de Angola. Relatório do Cruzeiro No 1/2012 Pesquisa dos recursos pelágicos 01 março – 30 março 2012. NORAD/FAO PROJECTO GCP/INT/730/NOR, Relatório do Cruzeiro Dr. F. Nansen, Instituto de Investigação Marinha, Bergen, Noruega e Instituto Nacional de Investigação Pesqueira, Luanda, Angola, 49p.
- Krzynowek, J., Wiggin, K., & Donahue, P. (1982). Cholesterol and fatty acid content in three species of crab found in the Northwest Atlantic. *Journal of Food Science*, 47, 1025–1026.
- Lah, R.A., Kelaher, B.P., Bucher, D., & Benkendorff, K. (2018). Ocean warming and acidification affect the nutritional quality of the commercially-harvested turbinid snail *Turbo militaris*. *Marine environmental research*, 141, 100-108.
- Larsen, R., Eilertsen, K.E., & Elvevoll, E.O. (2011). Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology advances*, 29(5), 508-518.
- Lauer, B.H., Murray, M.C., Anderson, W.E., & Guptill, E.B. (1974). Atlantic queen crab (*Chionoecetes opilio*), Jonah crab (*Cancer borealis*), and red crab (*Geryon quinque-dens*). Proximate

composition of crabmeat from edible tissues and concentrations of some major mineral constituents in the ash. *Journal of Food Science*, 39, 383–385.

Lauritzen, L., Brambilla, P., Mazzocchi, A., Harsløf, L., Ciappolino, V., & Agostoni, C. (2016). DHA effects in brain development and function. *Nutrients*, 8(1), 6.

Lawley, R., Curtis, L., & Davis, J. (2008). *The Food Safety Hazard Guidebook*. The Royal Society of Chemistry Press, Cambridge, Reino Unido, ISBN: 978-0-85404-460-3, 432p.

Lei nº 6-A/04 Lei dos Recursos Biológicos Aquáticos. *Diário da República*, I Série, nº 81 de 08 de outubro de 2004, 1928,1-63.

Lepage, G., & Roy, C.C. (1986). Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research*, 27, 114–120.

Li, P., Mai, K., Trushenski, J., & Wu, G. (2009). New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino acids*, 37(1), 43-53.

Liu, J., Goyer, R.A., & Waalkes, M.P. (2008). Toxic Effects of Metals. In: Klaassen, C.D. (Ed.) *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 7ª Edição, McGraw-Hill Medical Publishing Division, New-York, EUA, ISBN: 0-07-159351-9, 931-979.

Liu, J.J., Green, P., Mann, J.J., Rapoport, S.I., & Sublette, M.E. (2015). Pathways of polyunsaturated fatty acid utilization: Implications for brain function in neuropsychiatric health and disease. *Brain Research*, 1597, 220–246.

Lozano-Bilbao, E., Jurado-Ruzafa, A., Lozano, G., Jiménez, S., Hardisson, A., Rubio, C., Weller, D.G., Paz, S., & Gutiérrez, Á.J. (2020). Development stage and season influence in the metal content of small pelagic fish in the North-West Africa. *Chemosphere*, 261, 127692.

Lund, E.K. (2013). Health benefits of seafood; is it just the fatty acids?. *Food chemistry*, 140(3), 413-420.

Maazouzi, C., Médoc, V., Pihan, J. C., & Masson, G. (2011). Size-related dietary changes observed in young-of-the-year pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*): stomach contents and fatty acid analyses. *Aquatic ecology*, 45(1), 23-33.

Manning, R.B., & Holthuis, L.B. (1981). West African Brachyuran Crabs (Crustacea: Decapoda). In *Smithsonian Contributions to Zoology Number 306*; Smithsonian Institution Press: Washington, DC, EUA, 379p.

Marmelo, I., Barbosa, V., Maulvault, A.L., Duarte, M.P., & Marques, A. (2020). Does the addition of ingredients affect mercury and cadmium bioaccessibility in seafood-based meals?. *Food and Chemical Toxicology*, 136, 110978.

Marques, A., Maulvault, A.L., & Nunes, M.L. (2019). Future challenges in seafood chemical hazards: Research and infrastructure needs. *Trends in Food Science & Technology*, 84, 52-54.

Marques, A., Nunes, M.L., Moore, S.K., & Strom, M.S. (2010). Climate change and seafood safety: Human health implications. *Food Research International*, 43(7), 1766-1779.

- Marques, A., Teixeira, B., Barrento, S., Anacleto, P., Carvalho, M.L., & Nunes, M.L. (2010). Chemical composition of Atlantic spider crab *Maja brachydactyla*: Human health implications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 230–237.
- Marsden, I.D., & Rainbow, P.S. (2004). Does the accumulation of trace metals in crustaceans affect their ecology— the amphipod example?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300(1-2), 373-408.
- Martins, R., & Carneiro, M. (2018). Manual de identificação de peixes ósseos da costa continental portuguesa – Principais Características Diagnosticantes. IPMA, I.P., Lisboa, Portugal, ISBN 978-972-9083-19-8, 204p.
- Mathew, S., Ammu, K., Nair, P.V., & Devadasan, K. (1999). Cholesterol content of Indian fish and shellfish. *Food Chemistry*, 66(4), 455-461.
- Maulvault, A.L., Anacleto, P., Lourenço, H.M., Carvalho, M.L., Nunes, M.L., & Marques, A. (2012). Nutritional quality and safety of cooked edible crab (*Cancer pagurus*). *Food Chemistry*, 133, 277–283.
- Maulvault, A. L., Machado, R., Afonso, C., Lourenço, H. M., Nunes, M. L., Coelho, I., Langerholc, T., & Marques, A. (2011). Bioaccessibility of Hg, Cd and As in cooked black scabbard fish and edible crab. *Food and Chemical Toxicology*, 49(11), 2808-2815.
- Melville-Smith, R. (1987). The reproductive biology of *Geryon maritae* (Decapoda, Brachyura) off south west Africa/Namibia. *Crustaceana*, 259-275.
- Melville-Smith, R. (1988). The commercial fishery for and population dynamics of red crab *Geryon maritae* off South West Africa, 1976–1986. *South African journal of marine science*, 6(1), 79-95.
- Melville-Smith, R. (1989). A growth model for the deep-sea red crab (*Geryon maritae*) off South West Africa/Namibia (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 279-292.
- Miossec, C., Mille, T., Lanceleur, L., & Monperrus, M. (2020). Simultaneous determination of 42 pharmaceuticals in seafood samples by solvent extraction coupled to liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 126765.
- Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Sankar, T.V., Chakraborty, K., Rangasamy, A., Paul, B., Sarma, D., Mathew, S., Asha, K.K., Behera, B., Aftabuddin, Md., Debnath, D., Vijayagopal, P., Sridhar, N., Akhtar, M.S., Sahi, N., Mitra, T., Banerjee, S., Paria, P., Das, D., Das, P., Vijaya, K.K., Laxmanan, P.T., & Sharma, A.P. (2014). Amino acid compositions of 27 food fishes and their importance in clinical nutrition. *Journal of amino acids*, 2014, 1-7.
- Mohanty, B.P., Mahanty, A., Ganguly, S., Mitra, T., Karunakaran, D., & Anandan, R. (2019). Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food chemistry*, 293, 561-570.
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A.S., Torres, D., & Castanheira, I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55-61.



- Murillo-Cisneros, D.A., O'Hara, T.M., Castellini, J.M., Sánchez-González, A., Elorriaga-Verplancken, F.R., Marmolejo-Rodríguez, A.J., Marín-Enríquez, E., & Galván-Magaña, F. (2018). Mercury concentrations in three ray species from the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico: Variations by tissue type, sex and length. *Marine pollution bulletin*, 126, 77-85.
- Muramoto, K., & Kamiya, H. (1990). Recovery of tryptophan in peptides and proteins by high-temperature and short-term acid hydrolysis in the presence of phenol. *Analytical biochemistry*, 189(2), 223-230.
- Murray, J., & Burt, J.R. (1983). The composition of fish. *Torry Advisory Note No. 38*, Ministry of Technology. Torry Research Station, 14p. Disponível em [http://www.fao.org/3/x5916e01.htm#The minor components of fish muscle](http://www.fao.org/3/x5916e01.htm#The%20minor%20components%20of%20fish%20muscle), acessado em Janeiro de 2020.
- Ndjaula, H.O.N., Krakstad, J.O., & Kjesbu, O.S. (2013). Reproductive biology of horse mackerel *Trachurus capensis* and *Trachurus trecae* in Namibia and Angola. *African Journal of Marine Science*, 35(2), 141-150.
- Njinkoué, J.M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M., & Samb, A. (2002). Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniodon*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 131(3), 395-402.
- Nunes, M.L., Bandarra, N.M., & Batista, I. (2003). Fish products: contribution for a healthy food. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2(4), 453-7.
- Oehlenschläger, J. (2006). Cholesterol content in seafood, data from the last decade: a review. In: Luten, J.B., Jacobsen, C., Bekaert, K., Saebo, A., Oehlenschläger, J. (Eds.) *Seafood Research From Fish To Dish: Quality, Safety and Processing of Wild and Farmed Fish*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holanda, ISBN 978-90-8686-005-0, 41-58.
- Oduro, F.A., Choi, N.D., & Ryu, H.S. (2011). Effects of cooking conditions on the protein quality of chub mackerel *Scomber japonicus*. *Fisheries and aquatic sciences*, 14(4), 257-265.
- Oscarsson, J., & Hurt-Camejo, E. (2017). Omega-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and their mechanisms of action on apolipoprotein B-containing lipoproteins in humans: a review. *Lipids in health and disease*, 16(1), 149.
- Osman, H., Suriah, A.R., & Law, E.C. (2001). Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food chemistry*, 73(1), 55-60.
- Østbye, T.K.K., Berge, G.M., Nilsson, A., Romarheim, O.H., Bou, M., & Ruyter, B. (2019). The long-chain monounsaturated cetoleic acid improves the efficiency of the n-3 fatty acid metabolic pathway in Atlantic salmon and human HepG2 cells. *British Journal of Nutrition*, 122(7), 755-768.
- Otwell, W.S., Bellairs, J., & Sweat, D. (1984). Initial Development of a Deep-Sea Crab Fishery in the Gulf of Mexico; Report/Florida Sea Grant College; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália, Volume 61, 1-29.

- Ozogul, F., Kuley, E., & Ozogul, Y. (2015). Sterol content of fish, crustacea and mollusc: effects of cooking methods. *International Journal of Food Properties*, 18(9), 2026-2041.
- Özyurt, G., & Polat, A. (2006). Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, 222(3-4), 316-320.
- Pateiro, M., Munekata, P.E., Domínguez, R., Wang, M., Barba, F.J., Bermúdez, R., & Lorenzo, J.M. (2020). Nutritional Profiling and the Value of Processing By-Products from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Marine Drugs*, 18(2), 101.
- Peng, S., Chen, C., Shi, Z., & Wang, L. (2013). Amino acid and fatty acid composition of the muscle tissue of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*Thunnus obesus*). *Journal of Food and Nutrition Research*, 1(4), 42-45.
- Perry, H., Isphording, W., Trigg, C., & Riedel, R. (2015). Heavy metals in red crabs, *Chaceon quinque-dens*, from the Gulf of Mexico. *Marine pollution bulletin*, 101(2), 845-851.
- Pyz-Łukasik, R., & Paszkiewicz, W. (2018). Species variations in the proximate composition, amino acid profile, and protein quality of the muscle tissue of grass carp, bighead carp, siberian sturgeon, and wels catfish. *Journal of Food Quality*, 2018, 1-8.
- Quiatuhanga, D.P.A. (2015). Ecologia alimentar, idade e crescimento, relações morfométricas e aspetos reprodutivos de *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) e *Sardinella maderensis* Lowe (1838) na Costa Sul de Angola (Namibe). Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, Faro, Portugal.
- Raimundo, J., Vale, C., Caetano, M., Giacomello, E., Anes, B., & Menezes, G.M. (2013). Natural trace element enrichment in fishes from a volcanic and tectonically active region (Azores archipelago). *Deep Sea Research*, 98, 137–147.
- Rebah, F.B., Abdelmouleh, A., Kammoun, W., & Yezza, A. (2010). Seasonal variation of lipid content and fatty acid composition of *Sardinella aurita* from the Tunisian coast. *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(3), 569.
- Reksten, A.M., Victor, A.M.J.C. Neves, E.B.N., Christiansen, S.M, Ahern, M., Uzomah, A., Lundebye, A.-C., Kolding, J. & Kjelle-vold, M. (2020). Nutrient and Chemical Contaminant Levels in Five Marine Fish Species from Angola—The EAF-Nansen Programme. *Foods*, 9(5), 629.
- Rieu, D. (2012). Composition des poissons: protéines, lipides, vitamine D, iode.... *Archives de pédiatrie*, 19(6), H36-H37.
- Rincón-Cervera, M.Á., González-Barriga, V., Romero, J., Rojas, R., & López-Arana, S. (2020). Quantification and Distribution of Omega-3 Fatty Acids in South Pacific Fish and Shellfish Species. *Foods*, 9(2), 233.

- Risso, S.J., & Carelli, A.A. (2012). Nutrient composition of raw and cooked meat of male southern king crab (*Lithodes santolla* Molina, 1782). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21, 433–444.
- Rittenschober, D., Nowak, V., & Charrondiere, U.R. (2013). Review of availability of food composition data for fish and shellfish. *Food chemistry*, 141(4), 4303-4310.
- Romotowska, P.E., Karlsdóttir, M.G., Gudjónsdóttir, M., Kristinsson, H.G., & Arason, S. (2016). Seasonal and geographical variation in chemical composition and lipid stability of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) caught in Icelandic waters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 9-18.
- Ruttens, A., Blanpain, A.C., De Temmerman, L., & Waegeneers, N. (2012). Arsenic speciation in food in Belgium: Part 1: Fish, molluscs and crustaceans. *Journal of Geochemical Exploration*, 121, 55-61.
- Saavedra, M., Pereira, T.G., Carvalho, L.M., Pousao-Ferreira, P., Grade, A., Teixeira, B., Quental-Ferreira, H., Bandarra, N., & Gonçalves, A. (2017). Wild and farmed meagre, *Argyrosomus regius*: a nutritional, sensory and histological assessment of quality differences. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 8-14.
- Sabatés, A.N.A., Martín, P., Lloret, J., & Raya, V. (2006). Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology*, 12(11), 2209-2219.
- Salma, E. O.G., & Nizar, M. (2015). Atlantic Mackerel amino acids and mineral contents from the Tunisian middle eastern coast. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 3(2), 77-83.
- SanGiovanni, J.P., Chew, E.Y., Clemons, T.E., Davis, M.D., Ferris, F.L. 3rd, Gensler, G.R., Kurinij, N., Lindblad, A.S., Milton, R.C., Seddon, J.M., Sperduto, R.D., Age-Related Eye Disease Study Research Group (2017). The relationship of dietary lipid intake and age-related macular degeneration in a case-control study: AREDS Report No. 20. *Archives of Ophthalmology*, 125, 671–679.
- Santos-Silva, J., Bessa, R.J.B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77: 187-194.
- Saraiva, M., Cavalheiro, J., Lancelur, L., & Monperrus, M. (2016). Synthetic musk in seafood products from south Europe using a quick, easy, cheap, effective, rugged and safe extraction method. *Food chemistry*, 200, 330-335.
- Schechter, A., Birnbaum, L., Ryan, J.J., & Constable, J.D. (2006). Dioxins: an overview. *Environmental Research*, 101, 419-428.
- Shim, K., Yoon, N., Lim, C., Kim, M., Kang, S., Choi, K., & Oh, T. (2017). Relationship between Seasonal Variations in Body and Proximate Compositions of Chub Mackerel *Scomber japonicus* from the Korean Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(4), 735-744.
- Skonberg, D.I., & Perkins, B.L. (2002). Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenas*) leg meat and claw meat. *Food Chemistry*, 77, 401–404.

- Sevillano-Morales, J.S., Cejudo-Gomez, M., Ramírez-Ojeda, A.M., Martos, F.C., & Moreno-Rojas, R. (2015). Risk profile of methylmercury in seafood. *Current Opinion in Food Science*, 6, 53-60.
- Shariatnia, Z. (2019). Pharmaceutical applications of chitosan. *Advances in colloid and interface science*, 263, 131-194.
- Šimat, V., Hamed, I., Petričević, S., & Bogdanović, T. (2020). Seasonal Changes in Free Amino Acid and Fatty Acid Compositions of Sardines, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792): Implications for Nutrition. *Foods*, 9(7), 867.
- Simopoulos, A.P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, 21, 495–505.
- Simopoulos A.P. (2009). Evolutionary Aspects of the Dietary Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio: Medical Implications. In: Simopoulos A.P., De Meester F. (eds): *A Balanced Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio, Cholesterol and Coronary Heart Disease*. World Review of Nutrition and Dietetics Vol. 100, Karger, Basileia, Suíça, ISBN 978–3–8055–9224–6, 1–21.
- Simopoulos, A.P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3), 128.
- Soares, K.M.P., & Gonçalves, A.A. (2012). Qualidade e segurança do pescado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 71(1), 1–10.
- Stayer, L. (1992). *Bioquímica*. 3ª Edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 881p.
- Stoffaneller, R., & Morse, N.L. (2015). A review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*, 7(3), 1494-1537.
- Sunshine, H., & Iruela-Arispe, M.L. (2017). Membrane lipids and cell signaling. *Current opinion in lipidology*, 28(5), 408.
- Tahergorabi, R., Hosseini, S.V., & Jaczynski, J. (2011). Seafood proteins. In *Handbook of food proteins* Woodhead Publishing, Cambridge, Reino Unido, ISBN 978-1-84569-758-7, 116-149.
- Takahashi, H., Yokoi, N., & Seino, S. (2019). Glutamate as intracellular and extracellular signals in pancreatic islet functions. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 95(6), 246-260.
- Tavares, W.P.S., Dong, S., Yang, Y., Zeng, M., & Zhao, Y. (2018). Influence of cooking methods on protein modification and *in vitro* digestibility of hairtail (*Thichiurus lepturus*) fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 96, 476-481.
- Tchupalanga, P., Saquenha, E.S.C., Francisco, J.A., & Fidel, Q. (2015). A Investigação pesqueira no largo do Namibe. *Boletim Anual 2015*; República de Angola, Ministério das Pescas Instituto Nacional de Investigação Pesqueira, Centro de Investigação Pesqueira do Namibe: Moçamedes, Angola, 13p.
- Tilami, S.K., & Sampels, S. (2018). Nutritional value of fish: lipids, proteins, vitamins, and minerals. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(2), 243-253.
- Tocher, D.R. (2003). Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in fisheries science*, 11(2), 107-184.

- Tricker, A.R., & Preussmann, R. (1991). Carcinogenic N-nitrosamines in the diet: occurrence, formation, mechanisms and carcinogenic potential. *Mutation Research*, 259, 277-289.
- Turesky, R.J. (2002). Heterocyclic aromatic amine metabolism, DNA adduct formation, mutagenesis, and carcinogenesis. *Drug Metabolism Reviews*, 34, 625-650.
- Ulbricht, T.L., & Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992.
- União Europeia (2011). Regulamento (UE) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) n.º 1924/2006 e (CE) n.º 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e revoga as Directivas 87/250/CEE da Comissão, 90/496/CEE do Conselho, 1999/10/CE da Comissão, 2000/13/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2002/67/CE e 2008/5/CE da Comissão e o Regulamento (CE) n.º 608/2004 da Comissão. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 304/18-63.
- Vale, P. (2011). Biotoxinas emergentes em águas europeias e novos riscos para a saúde pública. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 29(1), 77-87.
- Vandermeersch, G., Lourenço, H.M., Alvarez-Muñoz, D., Cunha, S., Diogène, J., Cano-Sancho, G., Sloth, J.J., Kwadijk, C., Barcelo, D., Allegaert, W., Bekaert, K., Fernandes, J.O., Marques, A. & Robbens, J. (2015). Environmental contaminants of emerging concern in seafood—European database on contaminant levels. *Environmental Research*, 143, 29-45.
- Vasconcelos, P., & Braz, N.R. (2001). Proximate composition of the deep-sea crab, *Chaceon affinis* from an exploratory fishery off Madeira island (Portugal-Eastern Central Atlantic). *Proceedings of the Symposium Deep-sea Fisheries. Scientific Council Annual Meeting, Matanzas, Cuba, 12–14 Setembro de 2001*, 17–21.
- Vaz, J.D.S., Deboni, F., Azevedo, M.J.D., Gross, J.L., & Zelmanovitz, T. (2006). Ácidos graxos como marcadores biológicos da ingestão de gorduras. *Revista de Nutrição*, 19(4), 489-500.
- Venugopal, V., & Shahidi, F. (1996). Structure and composition of fish muscle. *Food Reviews International*, 12(2), 175-197.
- Vieira, C., Morais, S., Ramos, S., Delerue-Matos, C., & Oliveira, M.B.P.P. (2011). Mercury, cadmium, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: intra-and inter-specific variability and human health risks for consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 49(4), 923-932.
- Wallace, P. D. (1991). Seasonal variation in fat content of mackerel (*Scomber scombrus* L.) caught in the western English Channel. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research*, 8p.
- Wang, C., Harris, W.S., Chung, M., Lichtenstein, A.H., Balk, E.M., Kupelnick, B., Jordan, H.S., & Lau, J. (2006). n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not  $\alpha$ -linolenic acid, benefit

cardiovascular disease outcomes in primary-and secondary-prevention studies: a systematic review. *The American journal of clinical nutrition*, 84(1), 5-17.

Weihrauch, J.L., Posati, L.P., Anderson, B.A., & Exler, J. (1977). Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 54(1), 36-40.

WHO (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition: Report of a Joint FAO, WHO, UNU Expert Consultation; WHO Technical Report Séries n° 935; World Health Organization, Geneva, Suíça, 150p.

Wiech, M., Amlund, H., Jensen, K.A., Aldenberg, T., Duinker, A., & Maage, A. (2018). Tracing simultaneous cadmium accumulation from different uptake routes in brown crab *Cancer pagurus* by the use of stable isotopes. *Aquatic Toxicology*, 201, 198-206.

Won, E.J., Choi, B., Hong, S., Khim, J.S., & Shin, K.H. (2018). Importance of accurate trophic level determination by nitrogen isotope of amino acids for trophic magnification studies: A review. *Environmental Pollution*, 238, 677-690.

WoRMS (2020). WoRMS - World Register of Marine. WoRMS - World Register of Marine Species. Consultado a 31/05/2019, disponível em <http://www.marinespecies.org/>, acedido em fevereiro de 2020.

Wu, G. (2013). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*, 45, 407–411.

Wu, G. (2010). Functional amino acids in growth, reproduction, and health. *Advances in Nutrition*, 1(1), 31-37.

Wu, G., Bazer, F.W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., & Wu, Z. (2014). Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2(1), 387-417.

Wu, X., Zhou, B., Cheng, Y., Zeng, C., Wang, C., & Feng, L. (2010). Comparison of gender differences in biochemical composition and nutritional value of various edible parts of the blue swimmer crab. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 154–159.

Yagi, S., Fukuda, D., Aihara, K.I., Akaike, M., Shimabukuro, M., & Sata, M.(2017). N-3 polyunsaturated fatty acids: Promising nutrients for preventing cardiovascular disease. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 24, 999–1010.

Yaqoob, P., & Calder, P.C. (2007). Fatty acids and immune function: new insights into mechanisms. *British Journal of Nutrition*, 98(S1), S41-S45.

Zambelli, B., Uversky, V.N., & Ciurli, S. (2016). Nickel impact on human health: An intrinsic disorder perspective. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1864(12), 1714-1731.

Zanoaga, O., Jurj, A., Raduly, L., Cojocneanu-Petric, R., Fuentes-Mattei, E., Wu, O., Braicu, C., Gherman, C.D., & Berindan-Neagoe, I. (2018). Implications of dietary  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids in breast cancer. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 15, 1167–1176.